



UNIVERSIDADE DO VALE DO TAQUARI - UNIVATES  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO *STRICTO SENSU*  
MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO DE CIÊNCIAS EXATAS

**ROBÓTICA EDUCACIONAL: UM RECURSO PARA INTRODUIR O  
ESTUDO DA FÍSICA NO ENSINO FUNDAMENTAL**

Rodrigo Biehl

Lajeado, abril de 2018

Rodrigo Biehl

## **ROBÓTICA EDUCACIONAL: UM RECURSO PARA INTRODUIR O ESTUDO DA FÍSICA NO ENSINO FUNDAMENTAL**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências Exatas, da Universidade do Vale do Taquari - UNIVATES, como parte da exigência para a obtenção do grau de Mestre em Ensino de Ciências Exatas, na linha de pesquisa Tecnologias, Metodologias e Recursos Didáticos para o ensino de Ciências e Matemática.

Orientadora: Profa. Dra. Silvana Neumann Martins

Coorientadora: Profa. Dra. Sônia Elisa Marchi Gonzatti

Lajeado, abril de 2018

Rodrigo Biehl

## **ROBÓTICA EDUCACIONAL: UM RECURSO PARA INTRODUIR O ESTUDO DA FÍSICA NO ENSINO FUNDAMENTAL**

A Banca Examinadora abaixo \_\_\_\_\_ a Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências Exatas, da Universidade do Vale do Taquari – UNIVATES, como parte da exigência para obtenção do grau de Mestre em Ensino de Ciências Exatas, na linha de pesquisa Tecnologias, Metodologias e Recursos Didáticos para o Ensino de Ciências e Matemática:

Profa. Dra. Silvana Neumann Martins – orientadora  
Universidade do Vale do Taquari - UNIVATES

Profa. Dra. Sônia Elisa Marchi Gonzatti - coorientadora  
Universidade do Vale do Taquari - UNIVATES

Profa. Dra. Marli Teresinha Quartieri  
Universidade do Vale do Taquari - UNIVATES

Profa. Dra. Miriam Ines Marchi  
Universidade do Vale do Taquari - UNIVATES

Prof. Dr. Malcus Cassiano Kuhn  
Instituto Federal Sul-Rio-Grandense - IFSul

Lajeado, abril de 2018

## **AGRADECIMENTOS**

Depois desta trajetória que proporcionou tantos momentos de crescimento profissional e pessoal, é chegado o momento de agradecer a todos que contribuíram para que esta etapa tão importante de minha vida se concretizasse. Meu muito obrigado:

Em primeiro lugar, a Deus que nos dá saúde, força, respiração e inspiração.

À minha querida esposa, companheira e amiga, por sempre me encorajar nesta luta, me dando força e ânimo.

À minha mãe, pelo incentivo, amor, carinho, e por possibilitar que eu continuasse a estudar, mesmo nos momentos mais difíceis que enfrentamos.

Aos alunos da escola municipal em que realizei este trabalho, bem como à professora Anelise, por ter cedido tempo de suas aulas, acreditando na proposta que apresentei. Também ao diretor Renato e toda equipe de professores e funcionários que sempre apoiaram esta pesquisa.

Com muito carinho, de coração, à minha orientadora, Professora Doutora Silvana Neumann Martins, pela leitura cuidadosa em todas as fases do meu trabalho e pelas excelentes contribuições dadas para qualificar esta dissertação. Pelo incentivo, pela compreensão e por ter compartilhado sua sabedoria.

À minha coorientadora, Professora Doutora Sônia Elisa Marchi Gonzatti, que também sempre esteve disponível para ler e apontar sugestões que pudessem

qualificar este trabalho.

Também aos colegas do programa, pessoas incríveis que conheci nestes dois anos, de todas as partes do Brasil e que deixavam as aulas mais leves, descontraídas e muito enriquecedoras, com tantas experiências e realidades diferentes.

A todos professores do PPGECE, pela sua dedicação na elaboração das aulas, por todas as dicas, estratégias e experiências, que, inclusive, já estou aplicando em minhas aulas.

Também ao IFsul e colegas do câmpus Lajeado, por incentivarem minha caminhada e acreditarem que a qualificação dos professores é fundamental para manter a qualidade do ensino na instituição.

## RESUMO

Esta dissertação aborda a utilização da Robótica Educacional como recurso didático para introdução dos conceitos da Física no contexto das aulas de Ciências. O problema investigado foi como a Robótica Educacional pode contribuir para introduzir conceitos de Física no nono ano do Ensino Fundamental, em uma escola pública. O cenário deste estudo ocorreu em uma escola da rede pública municipal do município de Lajeado, Rio Grande do Sul, tendo, como participantes vinte estudantes do nono ano do Ensino Fundamental. Os objetivos específicos propostos na pesquisa foram: conhecer as concepções construídas pelos alunos do 9º ano sobre a disciplina de Ciências trabalhada ao longo do Ensino Fundamental; identificar os conhecimentos prévios dos alunos sobre os conceitos da Física abordados na intervenção; planejar e efetivar uma intervenção pedagógica na disciplina de Ciências, no nono ano do Ensino Fundamental, para desenvolver, com os alunos, conceitos da Física por meio de atividades apoiadas na Robótica Educacional; e analisar se a intervenção pedagógica, mediada pela Robótica Educacional, contribuiu para o aprendizado dos alunos. Para o alcance dos objetivos, a Robótica foi utilizada como estratégia didática para o ensino da Física, sendo que nas atividades propostas buscou-se aplicar os princípios das Metodologias Ativas e os pressupostos das práticas investigativas. A pesquisa é de natureza qualitativa. Para levantamento dos dados, foram utilizadas anotações do pesquisador, questionários, fotos, filmagens e relatórios elaborados pelos alunos. Os dados apontaram que: a) a maioria dos alunos tem afinidade com a disciplina de Ciências e percebe sua importância para sua formação, mas menciona que as aulas poderiam ser mais atrativas e dinâmicas.; b) muitos estudantes tinham um entendimento razoável dos tópicos abordados, mas não conseguiam realizar algumas correlações dos conceitos com situações do seu cotidiano; c) as atividades de Robótica proporcionaram um processo de colaboração, construção e investigação.; d) foi possível verificar a evolução das concepções dos alunos sobre os conceitos de posição, referencial, movimento e velocidade, após a participação nas atividades com a Robótica.

**Palavras-chave:** Ensino de Física. Robótica Educacional. Ensino Fundamental.

## **ABSTRACT**

This dissertation approaches the use of Educational Robotics as a didactic resource for the introduction of the concepts of physics in the context of Science classes. The problem investigated was how Educational Robotics can contribute to introduce concepts of physics in the ninth grade of Elementary School in a public school. The scenario of this study occurred in a school of the municipal public network of the municipality of Lajeado, Rio Grande do Sul, having as participants twenty students 9th year of Elementary School. The specific objectives proposed in the research were: to know the conceptions constructed by the students of the 9th year on the discipline of Sciences worked throughout the Elementary School; identify the previous knowledge that students have about the basic concepts of physics that would be addressed in the intervention; to plan and carry out a pedagogical intervention in the discipline of science in the ninth year of elementary education to develop with students concepts of physics through activities supported in educational robotics and to analyze if the pedagogical intervention mediated by educational robotics contributed to the learning from the students. In order to reach the objectives, Robotics was used as a didactic strategy for the teaching of Physics, and in the proposed activities we sought to apply the principles of Active Methodologies and the assumptions of research practices. The research is qualitative in nature. For data collection, researchers' annotations, questionnaires, photos, filming and reports were used by the students. The data indicated that: a) most students have an affinity with the science discipline and perceive its importance for their training, but mention that the classes could be more attractive and dynamic. b) many students had a reasonable understanding of the topics covered but could not make some correlations of the concepts with situations of their daily life; c) robotics activities provided a process of collaboration, construction and research; d) it was possible to verify the evolution of students' conceptions about the concepts of position, referential, movement and speed after participation in activities with Robotics.

**Keywords:** Teaching Physics. Educational Robotics. Active Methodologies.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Kit de montagem Lego Mindstorms EV3.....	26
Figura 2 - Ambiente de Programação do Lego Mindstorms EV3.....	27
Figura 3 - Equipes iniciando a montagem dos robôs .....	59
Figura 4 - Equipes concluindo a montagem e programação dos Robôs .....	60
Figura 5 - Montagem dos robôs em fase de conclusão.....	61
Figura 6 - Capítulo do livro didático que aborda os conceitos explorados .....	63
Figura 7 - Equipes realizando o primeiro experimento .....	65
Figura 8 - Segundo experimento .....	66
Figura 9 - Desafio da situação problema.....	67
Figura 10 - Equipes submetendo o robô ao desafio.....	67
Figura 11 - Respostas de A5 e A7 para a pergunta 1 .....	71
Figura 12 - Respostas de A1, A4 e A19 para a pergunta 1 .....	72
Figura 13 - Respostas de A6 e A10 para a pergunta 01 .....	73
Figura 14 - Respostas de A1, A3, A14 e A15 para a pergunta 2 .....	74
Figura 15 - Respostas de A1, A5, A6, A13 e A14 para a pergunta 3 .....	75
Figura 16 - Respostas de A3, A7, A12, A17 e A19 para a pergunta 04 .....	77
Figura 17 - Marcação dos caminhos: questão 01 (A3, A11, A15, A17).....	82
Figura 18 - Justificativa da escolha do menor caminho.....	83
Figura 19 - Capítulo do livro didático sobre o conceito de movimento .....	86
Figura 20 - Resposta de A6 para a questão 3 do Apêndice E .....	88
Figura 21 - Desafio da situação problema e atividade experimental .....	93
Figura 22 - Respostas reformuladas de A-9 após explicações.....	94



Figura 23 - Equipes elaborando hipóteses e selecionando procedimentos .....	96
Figura 24 - Equipe submetendo o robô ao experimento .....	96
Figura 25 - Tabela, gráfico e cálculo apresentados pela Equipe 2 .....	99
Figura 26 - Solução apresentada pelas equipes .....	101

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Relação de trabalhos analisados .....	30
Quadro 2 - Resumo das atividades referentes à Intervenção Pedagógica para introduzir conceitos da Física apoiados na Robótica Educacional, para alunos do nono ano do Ensino Fundamental.....	52
Quadro 3 - Síntese da abordagem metodológica da pesquisa .....	55
Quadro 4 - Comparativo da descrição do conceito sobre movimento .....	97
Quadro 5 - Comparativo da descrição do conceito de velocidade (rapidez) .....	98

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>12</b>
<b>2 APROXIMAÇÕES TEÓRICAS.....</b>	<b>20</b>
2.1 O ensino de Física nos anos finais do Ensino Fundamental .....	20
2.2 Robótica Educacional .....	24
2.2.1 A Robótica Educacional no Ensino de Ciências: estudos precedentes.....	29
2.3 A Resolução de Problemas como método ativo para a introdução do Ensino de Física .....	33
2.4 Atividades Experimentais Investigativas apoiadas na Robótica Educacional .....	38
<b>3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS.....</b>	<b>42</b>
3.1 Caracterização da pesquisa .....	43
3.2 Lócus da pesquisa .....	45
3.3 Sujeitos .....	46
3.4 Instrumentos de coleta de dados.....	46
3.5 Análise dos dados.....	49
3.6 Intervenção Pedagógica: introdução da Física com o apoio da Robótica.....	50
3.7 Síntese dos caminhos metodológicos .....	55
3.8 Descrição das atividades realizadas na Intervenção Pedagógica .....	55
<b>4 DISSCUSSÕES E ANÁLISES DOS DADOS .....</b>	<b>69</b>
4.1 Categoria 1- Concepções desenvolvidas pelos alunos sobre a disciplina de Ciências.....	70
4.2 Categoria 2- Conhecimentos prévios dos conceitos da Física .....	79
4.2.1 Conhecimentos prévios sobre Referencial, Posição e Movimento .....	81
4.2.2 Conhecimentos prévios sobre Velocidade e Unidades de Tempo e Distância .....	87
4.3 Categoria 3 - Contribuições da Robótica Educacional para a introdução da Física no Ensino Fundamental.....	91

4.3.1 Contribuições para construção dos conceitos de Posição e Referencial.....	92
4.3.2 Contribuições para construção do conceito de Movimento e Velocidade.....	95
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	103
REFERÊNCIAS.....	110
APÊNDICES .....	116
APÊNDICE A – Termo de anuência .....	117
APÊNDICE B – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido.....	118
APÊNDICE C – Questionário Individual sobre as concepções de Ciências construídas ao Longo do Ensino Fundamental.....	119
APÊNDICE D – Atividades para identificar conhecimentos prévios sobre conceitos da física que foram trabalhados na intervenção.....	120
APÊNDICE E – Introdução ao estudo da Física por meio da Robótica .....	123
APÊNDICE F – Situação Problema que será aplicada aos alunos.....	124
APÊNDICE G – Questionário final de avaliação das atividades de Robótica.....	127
ANEXO .....	129
ANEXO 1 – Capítulo do livro didático utilizado na intervenção pedagógica.....	130

## 1 INTRODUÇÃO

A Robótica e a tecnologia vêm causando forte impacto na sociedade, visto que trazem inovações em diversos setores, como na medicina, com médicos realizando intervenções cirúrgicas delicadas a distância, e no ambiente industrial, com o amplo uso de robôs para realizar atividades repetitivas, de precisão e insalubres. As tecnologias digitais da informação e comunicação (TICs) têm influenciado o processo de construção das relações sociais, as formas de aprender e a concepção de mundo, especialmente das crianças e dos adolescentes (COSTA, 2017).

O robô, como dispositivo que representa o uso da mais avançada tecnologia, é um tema que normalmente desperta interesse e curiosidade. Assim, percebo que a utilização de plataformas didáticas baseadas na construção e programação de robôs pode ser um complemento eficaz nos processos de ensino e de aprendizagem, aplicado ao Ensino Fundamental. A construção de robôs, além de promover uma abordagem multidisciplinar, por trabalhar conhecimentos de Física, Matemática, Automação, Mecânica e Informática, envolvidos no funcionamento de um robô, possibilita o uso de recursos pedagógicos para estabelecer um ambiente de estudo que estimule o trabalho em equipe, a tomada de decisão e a iniciativa.

Ensinar os conceitos das Ciências no Ensino Fundamental tem sido um desafio para professores das escolas no Brasil. A Base Nacional Comum Curricular do Ensino Fundamental (BRASIL, 2017) incentiva uma abordagem dinâmica em que o estudo das diversas áreas das ciências se complementem, sejam contextualizadas

e proporcionem aos alunos coletar e processar informações, avaliar situações e tomar decisões de forma crítica e autônoma. Ainda estabelece que é função da escola e do professor promover o debate, a investigação e o questionamento, visando ao entendimento da ciência como construção histórica e saber prático, superando as limitações do ensino passivo, fundamentado na memorização de conceitos e fórmulas.

No entanto, percebo que esses pressupostos nem sempre são colocados em prática. Os temas relacionados à Física e à Química, pertinentes ao Ensino Fundamental, normalmente são abordados de maneira superficial e descontextualizada. A partir do fato de que a introdução da Física ocorre, na maioria das escolas, no ano final do Ensino Fundamental, é importante refletir se os conteúdos diretamente ligados a essa disciplina estão recebendo o tratamento adequado.

Observo que alguns alunos não têm afinidade com as aulas de Ciências e outros são enfáticos ao afirmar que não gostam de estudar essa disciplina. Em uma conversa informal com dez alunos matriculados no nono ano do Ensino Fundamental de uma escola do município de Lajeado-RS, me foram relatadas algumas causas dessa rejeição, tais como, o excesso de fórmulas e conceitos que precisam ser decorados e o fato de que os assuntos abordados nas aulas são difíceis de compreender.

Provavelmente a fala desses alunos reflete a forma descontextualizada com que o ensino de Ciências, na maioria das vezes, é trabalhado no Ensino Fundamental, bem como o uso de um enfoque demasiadamente teórico. Isso acaba gerando um preconceito, qual seja, os alunos enxergam a ciência como um conjunto de fórmulas descobertas por meio de experiências, as quais somente os cientistas conseguem entender. Esse preconceito, associado ao desinteresse e à falta de uma base de conhecimentos que deveria ser construída nesse nível de ensino, pode causar rejeição à ciência e, possivelmente, contribuir para a elevação dos índices de retenção e evasão do aluno no Ensino Médio.

Diante dessas considerações, a proposta deste estudo consiste em buscar despertar nos estudantes o gosto pela ciência e pelas suas aplicações práticas. O

trabalho desenvolvido visou contextualizar a Física por meio de uma série de experimentos apoiados na construção e programação de robôs do kit de Robótica Educacional Lego Mindstorns® (uma plataforma educativa produzida e comercializada pela LEGO DACTA), com alunos do nono ano do Ensino Fundamental. Por meio dessas atividades, pretendi fazer com que os alunos entrassem em contato vivencial com a Física e percebessem que ela está presente no seu cotidiano, e que, por meio de seu estudo, é possível entender e explicar diversos fenômenos e reações.

Este trabalho apresenta o desenvolvimento de uma proposta baseada nos princípios das Metodologias Ativas, para a introdução dos conceitos da Física no contexto das aulas da disciplina de Ciências, no nono ano do Ensino Fundamental. Com base nessa ideia, enquanto o método tradicional prioriza a transmissão de informações e tem sua centralidade na figura do docente, no método ativo, os estudantes ocupam o centro das ações educativas e o conhecimento é construído de forma colaborativa (DIESEL et al., 2017).

Há inúmeros fatores que talvez justifiquem a preferência pela abordagem tradicional utilizada por alguns docentes ao lecionarem a disciplina de Ciências no Ensino Fundamental, tais como aspectos relacionados a sua própria formação, à falta de infraestrutura na escola e ao currículo fragmentado. Mesmo assim, observam-se soluções criativas por parte de professores, que fazem uso de Metodologias Ativas para tornar suas aulas mais atraentes e contextualizadas. Diante disso, por meio desta pesquisa, desejo fornecer subsídios fundamentados para que a escola, onde foi realizado o estudo, possa solicitar a aquisição dos kits de Robótica, sendo pioneira, na rede pública no município de Lajeado, no uso desse recurso pedagógico para professores e alunos.

Defendo, aqui, que é possível, por meio de aulas estruturadas com o apoio da Robótica Educacional, estimular o interesse dos alunos para o estudo dos conceitos da Física. Por meio das atividades de Robótica, inseridas no contexto do ensino de Ciências, busco despertar a curiosidade nos alunos, oportunizando a eles a aplicação dos conhecimentos prévios que trazem, tanto de sua vivência escolar como social, para resolver os desafios propostos. Assim, busco fornecer uma base significativa para introduzir o estudo da Física, tentando promover mudanças nas

concepções dos alunos sobre essa disciplina.

Situado nessa problemática, a presente pesquisa constitui uma sequência natural de estudos precedentes (ZILLI, 2004; FAGUNDES, 2008; LOPES, 2008; ALZIRA, 2009; NASCIMENTO, 2014; FORNAZA, 2016), que colocam a Robótica como uma importante ferramenta de auxílio ao ensino das ciências.

Assim, com este trabalho, objetivo demonstrar que é possível despertar nos alunos o desejo de aprender sobre a Física e, conseqüentemente, outras disciplinas das Ciências Exatas, se estas forem apresentadas de forma contextualizada. Acredito que o uso de Metodologias Ativas, aplicadas por meio da Resolução de Problemas e de Práticas Experimentais num enfoque investigativo, e associadas com as atividades de Robótica, pode promover a aprendizagem e romper o preconceito que muitos alunos desenvolvem em relação às Ciências Exatas.

Com o propósito de investigar os aspectos apontados, adotei a seguinte temática nesta pesquisa: “Robótica Educacional: um recurso para introduzir o estudo da Física no Ensino Fundamental”. Acredito que a inserção de atividades de Robótica Educacional no contexto das aulas de Ciências pode auxiliar os alunos no processo de construção do conhecimento. Como questão norteadora, busquei responder:

**Como a Robótica Educacional pode contribuir para introduzir conceitos de Física no nono ano do Ensino Fundamental, em uma escola pública?**

Nesse contexto, estabeleci, como objetivo geral, averiguar como a Robótica Educacional pode contribuir para introduzir conceitos da Física no nono ano do Ensino Fundamental em uma escola pública.

Especificamente, procurei:

- Conhecer as concepções construídas pelos alunos do nono ano sobre a disciplina de Ciências trabalhada ao longo do Ensino Fundamental;
- Identificar os conhecimentos prévios dos alunos sobre os conceitos da Física, abordados na intervenção;



- Planejar e efetivar uma intervenção pedagógica na disciplina de Ciências, no nono ano do Ensino Fundamental, para desenvolver com os alunos conceitos da Física por meio de atividades apoiadas na Robótica Educacional;
- Analisar se a intervenção pedagógica, mediada pela Robótica Educacional, contribuiu para o aprendizado dos alunos.

Com a pretensão de alcançar os objetivos citados, embasei esta pesquisa nas teorias de Seymour Papert (1985), um dos pioneiros no uso da tecnologia para fins educacionais e grande incentivador de pesquisas que implementaram recursos computacionais no ensino de Ciências e Matemática. Também utilizei os princípios das metodologias ativas à luz de Berbel (2011) e Mitri (2008), procurando aplicar os pressupostos teóricos nas atividades desenvolvidas.

No desenvolvimento deste trabalho menciono, também, as contribuições de Azevedo (2004), refletindo sobre a formulação e a resolução de problemas no Ensino Fundamental num enfoque investigativo. Igualmente destaco as contribuições de Pozo (1998), quando aponta que o ensino baseado na solução de problemas promove nos alunos o domínio de técnicas e métodos, bem como a utilização dos conhecimentos adquiridos tanto em sua vivência como na escola, para dar resposta às diversas situações variáveis e diferentes.

A adoção dessas estratégias pode ajudar a combater o ensino passivo, no qual a prática docente está limitada apenas ao livro didático, com aulas unicamente expositivas e com foco na memorização. Neste contexto, há diversos estudos realizados por docentes que tentam superar as dificuldades, apresentando alternativas viáveis, com uso de ferramentas pedagógicas que proporcionam um ensino diferenciado e envolvente para seus alunos.

Em nossa vida escolar possivelmente lembramos daquele professor que não media esforços para realizar um experimento, ou que trazia exemplos do cotidiano e assim conseguia fazer a correlação entre a prática e a teoria estudada. Minha motivação para desenvolver este estudo se deu justamente pela lembrança de um professor como esse. Eu o conheci no Ensino Médio, quando tive, pela primeira vez, aulas de uma disciplina que causava muito medo e apreensão, a Física.

Confesso que, ainda na oitava série do Ensino Fundamental, não tinha noção do que seria estudado nas aulas de Física no Ensino Médio. Ainda lembro que a disciplina de Ciências estava mais ou menos estruturada como hoje, ou seja, o ensino de Biologia no quinto e sexto ano (atualmente sexto e sétimo), e alguns conceitos de Química e Física no sétimo e oitavo ano (atualmente oitavo e nono ano). Como o professor que ministrava as aulas de Ciências nas séries finais tinha formação em Química, os conteúdos de Física eram abordados de forma bem superficial.

Por meio das aulas que tive no primeiro ano do Ensino Médio, com um professor que provavelmente já sabia como a disciplina era tratada no Ensino Fundamental, percebi, aos poucos, que, por meio da Física, fenômenos e comportamentos naturais são explicados e compreendidos. Na escola que frequentei não havia laboratório de Física, mas lembro de várias saídas a campo e diversos experimentos realizados para dar sentido aos conceitos e fórmulas que eram estudados paralelamente em sala de aula. Dessa forma, passei a gostar de estudar Física e isso influenciou fortemente minha escolha profissional, pois atuo há quinze anos como docente do ensino técnico profissionalizante em uma das áreas estudadas pela Física, a eletricidade.

Hoje percebo que meu professor de Física, do primeiro ano do Ensino Médio, utilizava métodos ativos de ensino, pois ele estimulava o desenvolvimento do processo de aprender, utilizando experiências reais e simuladas, visando fornecer condições de solucionar os desafios propostos nas atividades escolares que poderiam ser aplicadas em diferentes contextos (BERBEL, 2011). Dessa forma, o que era ensinado ganhava sentido, visto que era possível visualizar a correlação do conhecimento nos experimentos e saídas a campo realizadas.

Aproximando-me das constatações de Berbel (2011), era possível perceber, nas aulas daquele professor, o engajamento dos alunos em relação às novas aprendizagens, pois eu e meus colegas víamos sentido nas fórmulas e conceitos estudados. Nas atividades propostas, éramos estimulados a exercer autonomia e tomada de decisões, pois precisávamos pesquisar, discutir e elaborar hipóteses para resolver as questões levantadas. A metodologia aplicada por esse professor de Física, no Ensino Médio, era diferenciada, comparada ao que era realizado pela

maioria dos professores. Assim, os alunos gostavam de participar das aulas e isso resultava em um baixo índice de evasão e repetência nessa disciplina.

Com base em minha experiência como aluno e nos bons resultados obtidos por meu professor, ao aplicar o método ativo em suas aulas, acredito que é possível estimular o interesse dos alunos, por meio da montagem e programação de robôs, ajudando-os a perceber a importância do estudo da Física e sua aplicação para explicar e compreender fenômenos e eventos do cotidiano. Utilizando a tecnologia presente nos dispositivos robóticos, pode-se incentivar a pesquisa e a descoberta. A tecnologia pode estimular a curiosidade sobre o funcionamento dos diversos componentes que fazem parte da construção de um robô e suas relações com o estudo da Física.

As atividades de Robótica Educacional, segundo Zilli (2004), podem proporcionar múltiplos estímulos, através da visão, audição e do tato, simultaneamente. Na teoria dos estilos de aprendizagem, que considera as diferenças individuais, Melaré (2007) afirma que se mais de um sentido do aluno for mobilizado, tanto mais fácil será seu aprendizado. As tecnologias na educação, nesse aspecto, oferecem vários recursos pedagógicos que favorecem a forma de aprender de cada indivíduo na sua diversidade.

Visto que as atividades de Robótica Educacional normalmente são elaboradas com base na resolução de problemas e em práticas experimentais investigativas, podem proporcionar ao aluno o contato com conceitos e hipóteses para a produção do conhecimento, possibilitando que ele promova, assim, o seu próprio desenvolvimento. Os princípios metodológicos dessas estratégias são detalhados no capítulo seguinte, no qual abordo as contribuições de alguns autores que puderam aplicá-las em seus estudos.

Após esta introdução, segue o capítulo do referencial teórico no qual apresento as reflexões acerca do ensino da Física no Ensino Fundamental, os pressupostos da Robótica Educacional, alguns estudos relacionados com a temática e os aportes teóricos que fundamentaram as atividades propostas na intervenção pedagógica.

Logo após, no terceiro capítulo, que aborda os procedimentos metodológicos,

descrevo a caracterização desta pesquisa, os sujeitos envolvidos e os instrumentos de coleta de dados. Neste capítulo também apresento um detalhamento da intervenção, com as atividades realizadas para atender os objetivos propostos. No capítulo seguinte transcrevo os resultados obtidos e as reflexões acerca dos procedimentos e ferramentas utilizadas na intervenção pedagógica. E, no capítulo final, descrevo minhas percepções sobre o uso da Robótica Educacional como ferramenta para a introdução dos conceitos da Física no contexto das aulas de Ciências no Ensino Fundamental.

## **2 APROXIMAÇÕES TEÓRICAS**

Início o referencial teórico que fundamenta este estudo com aspectos acerca de como normalmente ocorre o ensino de Física nos anos finais do Ensino Fundamental e algumas propostas diferenciadas desenvolvidas por pesquisadores, as quais vão ao encontro dos objetivos deste trabalho. Na sequência, apresento a temática da Robótica Educacional e o estado da arte, evidenciando trabalhos de pesquisas desenvolvidos nos últimos anos em relação ao uso da Robótica como ferramenta facilitadora do ensino. Além disso, destaco os pressupostos da Resolução de Problemas como um método ativo de ensino, apoiados em Atividades Experimentais desenvolvidas com uso da Robótica Educacional.

### **2.1 O ensino de Física nos anos finais do Ensino Fundamental**

Conforme mencionado anteriormente, a introdução ao ensino de Física normalmente ocorre no ciclo final do Ensino Fundamental, sendo direcionado pelo livro didático. Em sua pesquisa, Rosati (2015) constata que os livros didáticos para a disciplina de Ciências do nono ano, às vezes, exigem um nível elevado de habilidades, com formalismos matemáticos que dificultam o acompanhamento, pelos alunos, das formas de raciocínio exigidas.

Além disso, o conteúdo geralmente é apresentado em forma de tópicos e as atividades propostas restringem-se, em geral, a responder questões e resolver problemas. Estas atividades têm como objetivo principal a fixação de conteúdos,

mas, na prática, acabam levando a meras repetições de definições ou à aplicação automática de fórmulas, o que não traduz o domínio e as dificuldades conceituais do aluno.

A constatação da autora confirma a observação encontrada nos Parâmetros Curriculares Nacionais (BRASIL, 1998), que descrevem que o ensino de ciências tem-se realizado frequentemente mediante a apresentação de conceitos, leis e fórmulas, de forma desarticulada, centrado na memorização dos conteúdos, no ensino enciclopédico e fora do contexto social, cultural ou ambiental dos alunos. Esse ensino resulta em uma aprendizagem momentânea, que não se sustenta no médio ou longo prazo.

A ênfase na utilização de fórmulas, em situações artificiais, acaba desvinculando a linguagem matemática representada por essas fórmulas, de seu significado físico efetivo. E, a insistência na solução de exercícios repetitivos reforça, no aluno, a ideia de que a construção do conhecimento ocorre pela reprodução e repetição, e não por meio das competências adquiridas.

Os Parâmetros Curriculares Nacionais (PNCs) contrapõem essa realidade, afirmando que:

Por outro lado, é sabido que aulas interessantes de Ciências envolvem coisas bem diferentes, como, por exemplo, ler texto científico, experimentar e observar, fazer resumo, esquematizar ideias, ler matéria jornalística, valorizar a vida, respeitar os colegas e o espaço físico. Assim, o conhecimento científico, que também é construção humana, pode auxiliar os alunos a compreenderem sua realidade global ou regional (BRASIL, 1998, p. 57).

Como destaca o documento oficial que contém os princípios norteadores da educação básica brasileira, é importante que a proposta pedagógica do professor esteja adequada às tendências inovadoras, que propõem a superação de um ensino de ciências como sinônimo de mera descrição de suas teorias e experiências, a fim de tornar os processos de ensino e de aprendizagem mais eficientes. Assim, o ensino de Ciências deve proporcionar ao aluno a capacidade de aplicar, em seu cotidiano, os conhecimentos desenvolvidos na sala de aula.

Ao apresentar os conceitos da Física no Ensino Fundamental, é importante que o docente tenha em mente que este contato inicial deve ocorrer de maneira

adequada, pois certamente influenciará no interesse do aluno por essa disciplina em sua trajetória escolar posterior, ou na sua rejeição. De acordo com os PCNs (BRASIL, 1998), em nível fundamental, o estudo das Ciências pode partir de observações do próprio meio, ou seja, de situações do cotidiano que podem dar base para discussões em sala de aula. Sem desprezar conceitos e teorias importantes, deve-se tomar cuidado para não ocorrer o aprofundamento demasiado do objeto de estudo, lembrando do nível cognitivo dos alunos em função de sua idade e sua capacidade de compreender assuntos abstratos.

Em seu estudo, Rosati (2015) enfatiza que o professor de ciências, no último ciclo do Ensino Fundamental, pode conduzir a aquisição de concepções complexas e gerais que envolvam estudos sobre matéria, tempo, espaço, vida e energia. A autora destaca a importância de promover discussões sobre valores humanos, vida em sociedade, saúde e tecnologias, em linhas gerais. Desse modo, a aprendizagem científica no nono ano pode possibilitar ao aluno reconhecer o mundo em pequenas construções de explicação e pensamento crítico.

A busca de uma metodologia que alcance os objetivos recomendados pelos PCNs e que introduza o ensino de Física nos anos finais do Ensino Fundamental dentro dessa perspectiva tem sido alvo de pesquisas de alguns autores. Mees (2004), em seu estudo, propôs um currículo para o nono ano fundamentado no ensino da Astronomia. A proposta apresentada utilizou a metodologia de trabalhos em grupo e discussões ligadas ao estudo do universo.

O autor concluiu que essas atividades possuem grande potencial de engajamento para se introduzir o ensino de Física. Defende ainda que a Astronomia é um tema apropriado para ser trabalhado no último ano do Ensino Fundamental, pois abre caminhos para a interdisciplinaridade, a evolução histórica da ciência e oferece base teórica para seguir em outros tópicos da Física, como o estudo do calor, partindo da energia fornecida pelo Sol, ou o estudo dos fenômenos relacionados com a luz.

Calloni (2010) propôs a introdução de conteúdos de Física a partir da filmagem e da análise de vídeos de situações cotidianas, como atividades esportivas e de lazer, trabalhando, posteriormente, conceitos da física dos movimentos. De

acordo com o autor, embora as atividades propostas durante as aulas tivessem um cunho lúdico, foi possível perceber que os alunos as encararam com grande dedicação e seriedade. Ele comenta que os resultados identificados com as manifestações dos alunos, tanto verbais, como escritas e expressas no teste avaliativo, permitiram inferir que uma abordagem, neste enfoque, pode ser uma boa estratégia para tratar conteúdos de Física de forma introdutória para alunos do Ensino Fundamental.

Terrimar (2011) procurou contextualizar a Física por meio de uma série de atividades práticas para o nono ano do Ensino Fundamental, disponibilizando um material de apoio ao professor, com os roteiros e possíveis discussões advindas dos experimentos. Nessa proposta didática, o autor destaca a importância de o primeiro contato formal do aluno com a disciplina de Física ocorrer de forma prazerosa e divertida. Para isso, propôs discussões orientadas para o estudante perceber que ao seu redor existe um mundo e que é esse mundo que a Física estuda.

Ao analisar os resultados, ele concluiu que os alunos, quase em sua totalidade, consideraram que os temas discutidos na Física têm relação direta com o mundo em que eles vivem. E que o professor deve procurar estabelecer relações entre os conteúdos ensinados e o mundo real, dedicando tempo no planejamento de sua aula a fim de alcançar esse objetivo.

Outro estudo que se aproxima da proposta apresentada nesta pesquisa é o da autora Fornaza (2016) que também utilizou a Robótica como uma ferramenta de apoio ao ensino da Física no nono ano do Ensino Fundamental. Seu objetivo foi usar as atividades de Robótica para problematizar conceitos errôneos que os alunos normalmente desenvolvem com relação a temas como a gravidade, o atrito e o movimento. A autora propôs uma série de experimentos investigativos, através dos quais foi possível construir ou reconstruir concepções baseadas nas constatações das práticas realizadas.

A autora conduziu uma avaliação sobre a aprendizagem de conceitos da Física por meio da Robótica, com estudantes do Ensino Fundamental (5º ano) matriculados em uma oficina de Robótica (atividade extracurricular). A escolha dos estudantes do quinto se justificou pelo fato de eles ainda não terem sido submetidos



ao ensino formal de Física, portanto, as concepções prévias que eles apresentaram não tiveram origem no ensino formal. De acordo com a autora, tais concepções constituíram elementos fundamentais para avaliar o desenvolvimento dos estudantes ao longo das atividades propostas. Assim, pôde constatar as evoluções das concepções prévias, atestando a aprendizagem dos alunos quanto aos conceitos trabalhados.

Na seção a seguir apresento os conceitos sobre a Robótica Educacional, um histórico sobre seu uso no ambiente escolar e algumas potencialidades que podem ser exploradas com esse recurso pedagógico.

## **2.2 Robótica Educacional**

De acordo com Menezes e Santos (2002), os termos Robótica Educacional ou Robótica Pedagógica referem-se a ambientes de aprendizagem que reúnem materiais de sucata ou kits de montagem, constituídos por diversas peças, motores e sensores controláveis por computadores e *softwares* que permitem programar o funcionamento dos modelos montados. Em ambientes de Robótica Educacional, os sujeitos constroem sistemas compostos por modelos e programas que os controlam para que eles funcionem de uma determinada forma.

A utilização da Robótica como recurso pedagógico de apoio ao ensino e à aprendizagem não é algo recente. O pioneiro desta atividade foi Seymour Papert, pesquisador do MIT (Instituto de Tecnologia de Massachusetts). Seus estudos acerca da Robótica na educação começaram nos anos sessenta, quando também cunhou o termo “Construcionismo” (PAPERT, 1994). Papert notou como o computador atraía as crianças e assim começou a pesquisar como esse potencial poderia ser utilizado para facilitar o processo de aprendizagem. Um de seus trabalhos mais conhecidos é a criação da linguagem de programação LOGO. Essa linguagem tinha como elemento principal uma tartaruga, que inicialmente era um robô móvel que se deslocava no chão, mas com o aprimoramento do monitor de vídeo passou a ser representado de forma virtual na interface de um programa.

Ainda que defendesse o amplo uso do computador para aprender, o foco de

Papert estava nos processos mentais, e não na máquina em si. Dedicou-se, então, a criar uma linguagem de programação na qual as crianças “ensinavam” os computadores. Papert (1985) acreditava que a aprendizagem poderia ser potencializada com a inserção da lógica de programação nas aulas. Ele defendia que construir e programar eram atividades que podiam promover o desenvolvimento do senso crítico e a autonomia para testar diferentes possibilidades para a resolução de um problema. Nas palavras do autor:

E ao ensinar o computador a “pensar”, a criança embarca numa exploração sobre a maneira como ela própria pensa. Pensar sobre modos de pensar faz a criança tornar-se um epistemólogo, uma experiência que poucos adultos tiveram (PAPERT, 1985, p. 35).

Com o uso da Linguagem LOGO, Papert (1985) apresenta uma proposta na qual a criança é convidada a entrar em contato com os conceitos estudados pelas Ciências e a Matemática e com a criação de modelos por meio do computador, usado como apoio ao processo de aprendizagem. O autor deixa claro que a criança não deve aprender com o computador, e sim, ensiná-lo, mudando, dessa maneira, a forma como o equipamento normalmente é utilizado. Ele passa a ser a ferramenta com a qual a criança pode formalizar os seus conhecimentos intuitivos e deixa de ser o meio de transferir informação.

Segundo Papert (1985), a escola deveria trabalhar mais com o processo natural de aprendizagem, pois quando uma criança quer aprender algo, ela aprende, independentemente de alguém que a ensine, provavelmente referindo-se à questão da afetividade relacionada à aprendizagem, desenvolvida por Piaget (1962). Entretanto, o autor não defende a ideia de que o desejo de aprender nasce com o sujeito, necessitando apenas de estímulos para que ocorra a formação de conceitos e concepções. A sua percepção é que, se for permitido que o aluno experimente, faça, construa e brinque por si mesmo, o aprendizado ocorre mais facilmente do que se ele fosse induzido de alguma forma pelo professor.

Em um de seus projetos, Papert (1985) propõe a criação de um “Micromundo” (ambiente virtual de aprendizagem) para facilitar a aprendizagem de algumas leis básicas da Física. Ao manipular um objeto de aprendizagem interativo, a criança torna-se uma arquiteta construtora do seu próprio conhecimento. Segundo ele:

[...] a aprendizagem da física consiste em colocar o conhecimento da física em contato com o conhecimento pessoal bastante diversificado. E, para que isso aconteça, devemos permitir que o aprendiz construa e trabalhe com sistemas transitórios que os físicos talvez se recusem a reconhecer como física (PAPERT, 1985, p. 150).

Papert (1985) menciona que a linguagem de programação LOGO, utilizada no ambiente virtual de aprendizagem, poderia ser uma ferramenta eficiente com a qual os professores poderiam trabalhar numa perspectiva construcionista, em oposição ao instrucionismo, baseado na mera transmissão ou exposição de conteúdos com um direcionamento restrito. De acordo com o modelo proposto pelo autor, a fala do professor deveria ser fortemente reduzida para que houvesse mais ação por parte dos alunos.

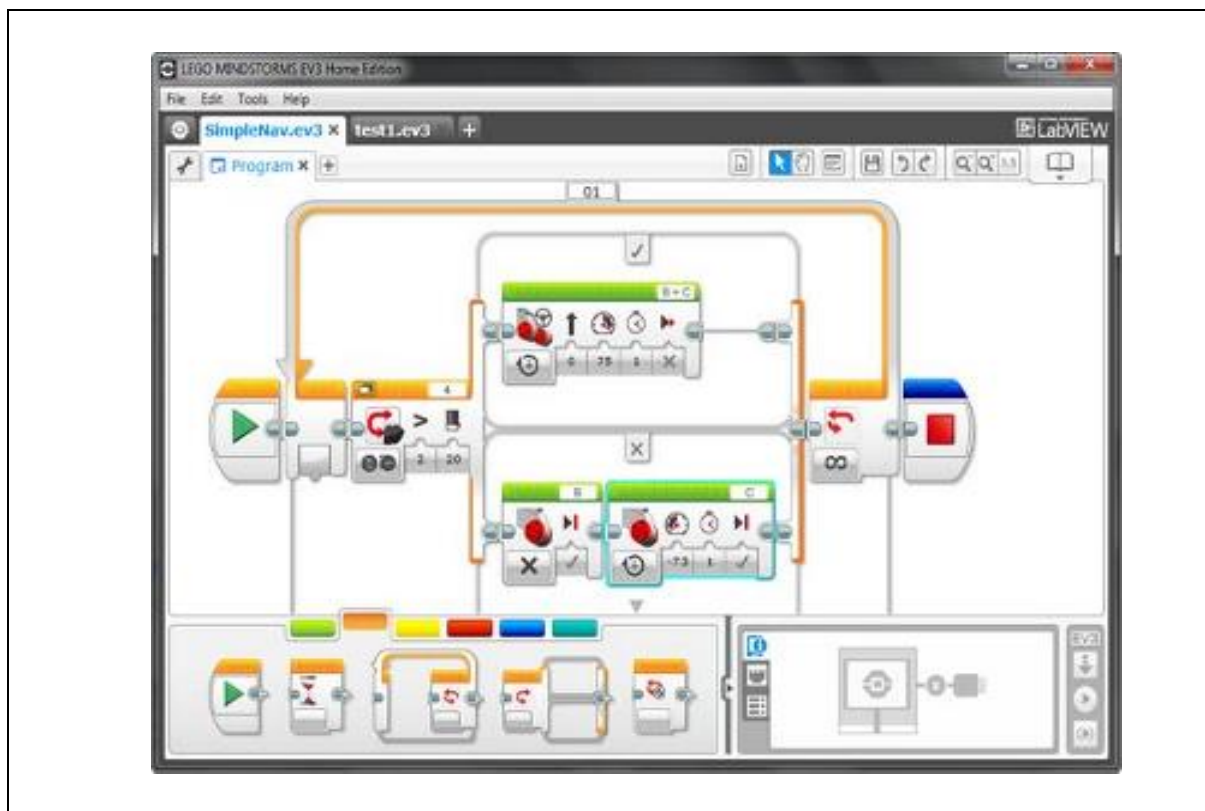
Com a colaboração teórica de Papert (1985), baseado em seus experimentos, o Laboratório de Mídias do Massachusetts Institute of Technology (MIT/EUA) firmou um convênio com a LEGO® Dacta. Então, foi desenvolvido o kit de Robótica Educacional LEGO® Mindstorms (FIGURA 1), comercializado desde 1998. Através do kit, a tartaruga virtual programável, idealizada por Papert, agora está fora da tela do computador e no formato criado pelo aluno. Ela pode ser construída com os blocos plásticos na forma de um carro, uma moto, um animal, ou qualquer outro protótipo imaginado pelos construtores e, em seguida, programada pela linguagem RoboLab® (FIGURA 2) inspirada no LOGO (CABRAL, 2011).

Figura 1 - Kit de montagem Lego Mindstorms EV3



Fonte: Lego Mindstorms (2017).

Figura 2 - Ambiente de Programação do Lego Mindstorms EV3



Fonte: Lego Mindstorms (2017).

Segundo Fornaza (2016), a Robótica Educacional também permite caracterizar ambientes de aprendizagem, reunindo diversos materiais (kits de montagem compostos por diversas peças, motores, sensores, controlados por um computador com *software* que permita programar o funcionamento dos protótipos montados) e dando ao estudante a oportunidade de desenvolver sua criatividade com a montagem de seu próprio modelo. Além de ser um ambiente caracterizado pela tecnologia e pela criatividade, a Robótica Educacional proporciona a vivência intuitiva de conceitos da Matemática e da Física.

De acordo com Alzira (2009), os kits de Robótica Educacional podem ser instrumentos eficazes como mediadores dos processos de ensino e de aprendizagem. O robô, como elemento tecnológico, possui uma série de conceitos científicos cujos princípios básicos são abordados pela escola e mexem com o imaginário infantil, criando novas formas de interação e exigindo uma nova maneira de lidar com símbolos. Dessa forma, a Robótica Educacional envolve um processo de motivação, colaboração, construção e reconstrução. Para isso, faz-se necessária a utilização de conceitos de diversas disciplinas para a construção de modelos,

levando os alunos a uma rica vivência interdisciplinar.

O autor supracitado afirma ainda que o robô, como ferramenta de trabalho, possibilita a criação de novas formas de interação com o mundo. A aprendizagem é fundamentalmente uma experiência social, de interação pela linguagem e pela ação. Essa interação pode favorecer a cooperação e autonomia, assegurar a centralidade do indivíduo na construção do conhecimento e possibilitar resultados de ordem cognitiva, afetiva e de ação.

Fornaza (2016) defende que a utilização da Robótica no contexto educacional contribui de forma objetiva no desenvolvimento de competências importantes para o processo de aprendizagem do estudante, preparando-o para resolver os desafios que surgirem tanto na sua vida acadêmica como pessoal.

Quando o professor propõe uma tarefa ou desafio que utilize a construção de protótipos ou dispositivos robóticos como meios para a obtenção da solução, começa aí o estímulo ao desenvolvimento da criatividade, em que os estudantes terão que pensar no contexto do problema, na forma de resolvê-lo com o dispositivo robótico, nos materiais necessários para a construção e na forma da construção. Nesse processo, os estudantes interagem, trocam ideias, testam hipóteses construindo e desconstruindo seus protótipos em busca da solução ao problema apresentado. Com isso se socializam, desenvolvem o trabalho cooperativo, tanto nas contribuições com ideias como na divisão de tarefas para a construção da maquete ou dispositivo robótico (FORNAZA, 2016, p. 34).

Assim, na construção de um modelo robótico, o processo de colaboração acontece quando os problemas são analisados e resolvidos em grupos e a autonomia é exercida na medida em que cada elemento do grupo tem responsabilidade por uma parte da solução, e deve respeito aos outros indivíduos. Cada um é responsável pelo seu próprio conhecimento e pelo conhecimento do grupo. Todos devem participar da solução. Assim, a dúvida de um e a certeza do outro fazem com que o grupo cresça e se desenvolva (SILVA, 2009).

Além das contribuições dos autores citados até o momento sobre a temática da Robótica Educacional, apresento agora o estado da arte, baseado em um levantamento da produção científica disponível no repositório do Encontro Estadual de Ensino de Física do RS, e no sistema eletrônico de editoração dos periódicos científicos da UFRGS disponível em: <<http://seer.ufrgs.br>>. Com esse levantamento, busquei verificar, em nível local, quais os enfoques das pesquisas realizadas com o uso da Robótica, principalmente no ensino da Física.

### 2.2.1 A Robótica Educacional no Ensino de Ciências: estudos precedentes

A maioria das pesquisas com a Robótica Educacional busca compreender as possibilidades de articulação entre as tecnologias do mundo contemporâneo e os conhecimentos científicos abordados na educação escolar. Com base no levantamento realizado, identifiquei que a Robótica no contexto educacional tem sido utilizada como uma estratégia de ensino, associando as aplicações desenvolvidas com os kits da LEGO® Mindstorms ou por meio de outras plataformas de menor custo, estruturadas a partir de *softwares* livres e *hardwares* multifuncionais, tais como Arduíno e *Scrath*. Percebendo o potencial da Robótica como instrumento de apoio aos processos de ensino e aprendizagem, essas pesquisas têm sido realizadas para comprovar os benefícios do trabalho com atividades que envolvam a montagem e programação de Robôs em todos os níveis escolares.

Isso foi indicado no levantamento da produção científica local disponível no repositório do Encontro Estadual de Ensino de Física do RS. O evento é organizado desde 2005, com edições bianuais pelo Instituto de Física da UFRGS, através do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física e do Grupo de Ensino de Física. Na busca realizada, foram contempladas as edições entre os anos de 2005 a 2016.

Minha intenção inicial era analisar apenas os trabalhos que tivessem como foco o ensino de Física por meio da Robótica Educacional, mas a busca nesta base de dados indicou uma baixa produção científica nesse enfoque, com apenas dois trabalhos apresentados. Assim, foi necessário ampliar a pesquisa no sistema eletrônico de editoração dos periódicos científicos da UFRGS disponível em: <<http://seer.ufrgs.br>>. O maior número de ocorrências se deu na Revista Novas Tecnologias na Educação, com dezesseis trabalhos encontrados nas edições entre os anos de 2011 a 2016. Então, optei em contemplar na pesquisa bibliográfica os artigos que faziam referência à Robótica Educacional ou Pedagógica nos ensinamentos de Física e de Matemática, usando as palavras-chave: Robótica, Lego e Arduíno.

Como critério de seleção dessa análise, levei em consideração as intenções dos pesquisadores que utilizaram a Robótica Educacional como ferramenta para motivar, contextualizar ou facilitar o ensino dos conteúdos.

Quadro 1 - Relação de trabalhos analisados

<b>Título</b>	<b>Autores (ano)</b>	<b>Objetivos</b>
Robótica Educacional aplicada à aprendizagem em física	Roseli Fornaza; Carine G. Webber (2014)	Identificar e desestabilizar concepções errôneas sobre gravidade, movimento e atrito. Promover a aprendizagem de forma significativa e prática por meio de experimentos com kits de robótica educacional.
A utilização da Robótica Educacional Lego® nas aulas de física do 1º ano do ensino médio e suas contribuições na aprendizagem	Rafael Henriques Nogueira Diniz; Míriam Stassun dos Santos (2014)	Analisar a utilização da Robótica Educacional LEGO® nas aulas de física do 1º ano do ensino médio e suas contribuições na aprendizagem.
Robótica Pedagógica: uma experiência construtiva	Eulina Coutinho Silva do Nascimento; Érika da Costa Bezerra (2013)	Apresentar as potencialidades de se utilizar artefatos robóticos como recurso pedagógico no processo de ensino e de aprendizagem, tendo como enfoque o uso da Robótica Pedagógica no ensino da Matemática.
Um estudo sobre projetos de robótica nos anos finais do ensino fundamental	Vinícius Silveira Magnus; Marlise Geller (2016)	Analisar a implementação de projetos de robótica com alunos dos anos finais do Ensino Fundamental com a aplicação de atividades que abrangem a lógica de programação e a montagem, envolvendo conceitos das áreas de física e Matemática.
Recard: robô baseado na plataforma Arduíno como facilitador no processo de ensino-aprendizagem multidisciplinar	João Lucas de Souza Silva; Michele Melo Cavalcante; Fabiano Amorim Vaz; Jamilson Ramalho Dantas; Esdriane Cabral Viana (2014)	Avaliar o potencial de uma ferramenta pedagógica denominado RecArd, para complementar o processo de aprendizagem de disciplinas nas áreas de computação, eletrônica e mecânica.
Novas tecnologias para o ensino de física: um estudo preliminar das características e potencialidades de atividades usando kits de robótica	Estevam Rouxinol; Milton Schivani; Renata de Andrade; Talita Raquel Luz Romero; Maurício Pietrocola (2011)	Avaliar a implementação de atividades de robótica no ensino de física para alunos do primeiro ano do ensino médio, quanto a pertinência e potencialidades didático-pedagógicas para utilização do professor em sala de aula.

Fonte: Do próprio autor (2016).

Entre as seis publicações selecionadas, três são relatos de práticas de



Robótica no ensino de Física, duas no ensino da Matemática e uma sobre como a Robótica pode ser uma ferramenta facilitadora dos processos de ensino e de aprendizagem multidisciplinar. Em todos os trabalhos percebe-se o enfoque de um ensino construtivista, promovido por meio de experimentos envolvendo a montagem e a programação de robôs e objetivando a correlação entre o conhecimento científico e sua aplicação prática.

A maioria dos artigos analisados cita, em seus referenciais teóricos, as contribuições do pesquisador Seymour Papert (1985), um dos maiores apoiadores do uso da tecnologia na educação. Conforme mencionado na seção anterior, ele foi pioneiro em criar uma linguagem de programação totalmente voltada para a educação.

Também foi possível perceber que dois artigos, de Fornaza e Webber (2014) e Nascimento e Bezerra (2013), fazem referência às contribuições da Robótica Educacional para uma aprendizagem significativa. Ausubel (1983) defende que a aprendizagem significativa somente é possível quando um novo conhecimento se relaciona de forma substantiva e não arbitrária a outro já existente. Para que essa relação ocorra, é preciso que exista uma predisposição para aprender. Ao mesmo tempo, é necessária uma situação de ensino potencialmente significativa, planejada pelo professor, que leve em conta o contexto no qual o estudante está inserido e o uso social do objeto a ser estudado.

Segundo os autores dos artigos citados anteriormente, a Robótica promove a aprendizagem significativa, evidenciada por meio dos resultados dos pré-testes e pós-testes aplicados aos estudantes. A motivação em querer resolver os desafios propostos, a autonomia para colocar em prática os conceitos e as experimentações realizadas são citados como fatores que contribuem para os resultados positivos obtidos nos estudos.

A teoria de aprendizagem das múltiplas inteligências de Gardner (1995) é citada em dois artigos, pelos autores Nascimento e Bezerra (2013) e Silva et al. (2014). Nos artigos, os autores mencionam que, por proporcionar o trabalho com a programação de computadores, cálculos em geral, leitura e interpretação, as atividades de Robótica Educacional promovem o desenvolvimento das inteligências



matemática, linguística e espacial. Como oportuniza o trabalho em grupo, o planejamento de ações, a reconstrução do modelo e a apresentação do resultado final, também facilitam o desenvolvimento intrapessoal e interpessoal.

Diante da análise dos trabalhos, percebo que este estudo poderá oferecer contribuições ao abordar como as atividades de Robótica podem ser associadas à Resolução de Problemas e a Práticas Experimentais Investigativas. Como percebo a necessidade, no ensino de Ciências, de dinâmicas que promovam, nos estudantes, atitudes investigativas e autônomas, entendo que há potencial para a realização de estudos que utilizem a Robótica Educacional nessa perspectiva.

Cabe destacar que, nessa busca de trabalhos, apenas em uma investigação a Robótica teve destaque como elemento mobilizador de práticas interdisciplinares e multidisciplinares. No artigo “Recard: robô baseado na plataforma Arduino como facilitador no processo de ensino-aprendizagem multidisciplinar”, os autores trouxeram as contribuições da Robótica, como articuladora das disciplinas de computação, eletrônica e mecânica (SILVA et al., 2014).

Nessa breve análise das produções locais, também percebi alguns pontos ainda não tratados nas pesquisas, entre os quais, o uso da Robótica para o trabalho de temas transversais e no enfoque de Ciência, Tecnologia e Sociedade. Também constatei que é necessário ampliar a discussão sobre as limitações da Robótica, tais como: a falta de qualificação para os professores; a pouca diversidade de kits de Robótica e os elevados preços de aquisição; o perigo da superlotação de uma sala de Robótica e a falta de políticas públicas eficazes de incentivo ao uso de novas tecnologias aplicadas à educação.

Apesar dessas limitações, é possível afirmar, por meio dos resultados obtidos nas pesquisas sobre o uso da Robótica Educacional, que essa ferramenta pode promover um ambiente diferenciado de aprendizado, visto que estimula o desenvolvimento humano e criativo e torna as aulas atraentes e envolventes para os alunos e professores. Assim, a continuação dos estudos sobre o tema é válida para fornecer ainda mais subsídios que fomentem o uso dessa ferramenta tecnológica tanto nas disciplinas de Ciências e Física, como também nas demais, em todos os níveis de ensino.

Após esse relato acerca das produções sobre a temática da Robótica Educacional, passo a descrever algumas concepções sobre as Metodologias Ativas e sua aplicação na Resolução de Problemas como uma estratégia de ensino para envolver os alunos nos desafios propostos na intervenção pedagógica desenvolvida.

### **2.3 A Resolução de Problemas como método ativo para a introdução do Ensino de Física**

As Metodologias Ativas estão fundamentadas na autonomia, um princípio teórico significativo e libertador. Dessa forma, o ensinar exige respeito à dignidade de cada sujeito, levando em consideração que ele é responsável por construir a sua própria história. A bagagem cultural do aluno deve ser considerada, bem como os saberes construídos ao longo de sua vida. Por isso é importante que o docente tenha como característica principal a humildade, reconhecendo os limites de seu conhecimento e permitindo uma participação ativa dos alunos (MITRI et al., 2008). Quando o docente concede liberdade para o aluno contribuir nas aulas, a curiosidade, a iniciativa e a persistência são atitudes potencializadas. Como destaca Berbel (2011, p. 27):

As metodologias ativas têm o potencial de despertar a curiosidade, à medida que os alunos se inserem na teorização e trazem elementos novos, ainda não considerados nas aulas ou na própria perspectiva do professor. Quando acatadas e analisadas as contribuições dos alunos, valorizando-as, são estimulados os sentimentos de engajamento, percepção de competência e de pertencimento, além da persistência nos estudos, entre outras.

A autora defende ainda que a autonomia pode ser estimulada quando inclui o fortalecimento da percepção do aluno de ser origem da própria ação. Isso ocorre quando há oportunidades para que ele possa participar do planejamento escolar, escolher aspectos dos conteúdos de estudo, encaminhar propostas de melhorias ou soluções criativas para os problemas enfrentados pela comunidade escolar, entre outras possibilidades. Essas ações fortalecem os vínculos entre os alunos e a escola, gerando um ambiente de respeito mútuo e de agradável convivência.

A aplicação das Metodologias Ativas normalmente ocorre com a elaboração de situações de ensino que promovam uma aproximação crítica do aluno com

situações que podem ser reais ou simuladas. As atividades podem promover a reflexão sobre problemas que geram curiosidade e desafio. Devem ser disponibilizados tempo e recursos para pesquisar soluções hipotéticas mais adequadas à situação e para aplicar essas soluções, com posterior avaliação dos resultados (SOBRAL; CAMPOS, 2011, p. 209).

Alguns dos pressupostos das Metodologias Ativas envolvem colocar o aluno diante de problemas ou desafios que mobilizem o seu potencial intelectual enquanto estuda para compreendê-los e/ou superá-los. Nesse sentido, Berbel (2011) complementa, afirmando que:

Os estudantes necessitam de informações, mas são especialmente estimulados a trabalhar com elas, elaborá-las e reelaborá-las em função do que precisam responder ou equacionar. Nesse caminho, é possível que ocorra, gradativamente, o desenvolvimento do espírito científico, do pensamento crítico, do pensamento reflexivo, de valores éticos, entre outras conquistas dessa natureza, por meio da educação, nos diferentes níveis, contribuindo para o desenvolvimento da autonomia na formação do ser humano e de futuros profissionais (BERBEL, 2011, p. 34).

Como método ativo, Mitri et al. (2008) defendem que a Resolução de Problemas tem o propósito de envolver e estimular o aluno, pois diante do problema ele se detém, examina, reflete, relaciona a sua história e passa a ressignificar suas descobertas. Segundo os autores, quando o docente elabora situações desafiadoras, ele possibilita ao aluno o contato com as informações e a produção do conhecimento. Aprender por meio da Resolução de Problemas, portanto, é uma das possibilidades de envolvimento ativo dos alunos em seu próprio processo de formação.

Dentro dessa perspectiva, os autores Wilsek e Tosin (2012) defendem que a Resolução de Problemas é uma estratégia de investigação que possibilita ao professor ensinar de maneira participativa, dialogada, num processo no qual cada aluno expõe as suas ideias, proporcionando um ambiente favorável à apropriação dos conceitos e fenômenos. Isso dificilmente ocorre em uma sala de aula tradicional, onde o professor procura valorizar as suas ideias, não permitindo um diálogo com a presença de hipóteses concorrentes, o qual servirá de base para o processo de aquisição do objeto do conhecimento.

Já em um ambiente onde ocorrem debates acerca do fenômeno em questão,

as hipóteses vão surgindo e sendo discutidas e até eliminadas no decorrer da própria aula. Tal debate é um avanço na questão das relações sociais, pois traz para a sala de aula a oportunidade de um confronto entre as mais diferentes opiniões a respeito do objeto de ensino.

Sobre essa questão, vale ressaltar os comentários de Azevedo (2004, p. 22):

Outro objetivo na resolução de problemas é proporcionar a participação do aluno de modo que ele comece a produzir seu conhecimento por meio da interação entre pensar, sentir e fazer. A solução de problemas pode ser, portanto, um instrumento importante no desenvolvimento de habilidades e capacidades, como: raciocínio, flexibilidade, astúcia, argumentação e ação. Além do conhecimento de fatos e conceitos, adquirido nesse processo, há a aprendizagem de outros conteúdos, atitudes, valores e normas que favorecem a aprendizagem de fatos e conceitos.

Pode-se observar que o autor vai ao encontro dos anseios de Moura (2002), pois demonstra, em seu estudo, que a aprendizagem dos conteúdos pode ocorrer através de atividades de ensino que nascem de uma necessidade de aprender desencadeada por situações-problema. Essas situações possibilitam, aos sujeitos, agirem como solucionadores de problemas, definindo ações, escolhendo os dados e fazendo uso de ferramentas que sejam adequadas para a solução da situação proposta.

Sobre as potencialidades do uso da Resolução de Problemas como estratégia didática, Silva e Del Pino (2010) apontam que:

A possibilidade de que os alunos desenvolvam habilidades e competências, tornando-se capazes de utilizar os seus conhecimentos para a construção de novos conhecimentos, indica a resolução de problemas como uma estratégia que vai além da memorização de conceitos, mas que permite a participação da escola na construção de cidadãos mais capazes de expor suas ideias e respeitar as ideias dos demais com quem convivem, participando, assim, de discussões onde o respeito para com o outro está presente. Planejar ações, ser responsável com os compromissos assumidos com os colegas e com o professor, elaborar respostas utilizando a escrita, são algumas das habilidades que podem ser desenvolvidas durante o processo proposto (SILVA; DEL PINO, 2010, p. 33).

Citando outras potencialidades dessa estratégia de ensino, Costa et al. (2012) comentam que incluir na prática pedagógica o uso de situações-problemas pode orientar e provocar a aprendizagem, visto que proporciona aos alunos contextos significativos de pesquisa e exploração, a partir dos quais se pode aprender conceitos, ideias e procedimentos matemáticos. Dessa forma, o que é ensinado torna-se significativo, ao passo que os conceitos podem ser aplicados em questões

de seu dia a dia, por meio de atitudes investigativas que vão além dos limites da escola.

A solução de problemas baseia-se na apresentação de situações abertas e sugestivas que exijam dos alunos uma atitude ativa ou um esforço para buscar suas próprias respostas, seu próprio conhecimento. O ensino baseado na solução de problemas pressupõe promover nos alunos o domínio de procedimentos, assim como a utilização dos conhecimentos disponíveis, para dar resposta a situações variáveis e diferentes (POZO; ECHEVERRÍA, 1988, p. 09).

Assim, de acordo com Pozo e Echeverría (1988), o ensino baseado na solução de problemas promove nos alunos o domínio de técnicas e métodos, bem como a utilização dos conhecimentos adquiridos tanto em sua vivência como na escola, para dar resposta às diversas situações variáveis e diferentes. Sendo assim, quando se ensina por meio da Resolução de Problemas, os alunos têm a oportunidade de desenvolver sua capacidade de pesquisa e passam a determinar por si próprios respostas às questões que os inquietam, sejam elas questões escolares ou da vida cotidiana, em vez de esperarem uma resposta já pronta, dada pelo professor ou pelo livro didático.

Sobre a questão de ensinar os alunos a resolver problemas, Pozo e Echeverría (1988) acrescentam que não é suficiente apenas dotar os alunos de habilidades e estratégias eficazes, mas faz-se necessário ajudá-los a desenvolver uma atitude de investigação, aguçando sua curiosidade e incentivando a autonomia. Por isso, quando o professor propõe um desafio ou problema, esse deverá implicar um processo de reflexão, de tomada de decisões quanto ao caminho a ser utilizado para sua resolução, e que a sua solução não seja encontrada com a aplicação de um roteiro fechado. Assim, o problema deverá ser uma situação diferente da que já se tenha trabalhado, mas que se utilize de técnicas e estratégias já aprendidas para a sua solução.

Escolher bem o problema que será proposto é um ponto fundamental para atingir os objetivos citados anteriormente. Para Dante (2005), um bom problema deve ser desafiador e interessante para os alunos, estar em conformidade com a realidade deles e ser o elemento desconhecido de uma situação real conhecida ou mesmo vivenciada. Sua resolução não deve consistir na aplicação evidente e direta de uma ou mais operações matemáticas e deve ter um nível adequado de

dificuldade.

Complementando essa ideia, de acordo com Silva e Del Pino (2010), para que o problema seja eficiente em seus propósitos, é necessário causar um “desequilíbrio ideal”, ou seja, não pode ser tão simples a ponto de permitir uma resposta direta, como um exercício de repetição, sem realizar novas construções, sequer pode ser tão complexo a ponto de fazer com que o aluno não consiga interpretar ou dar significado ao objeto de estudo. Esses aspectos poderiam causar desmotivação ou frustração, por isso os autores destacam a importância do grau adequado de dificuldade.

Para realizar essa abordagem, é necessário habituar os alunos a realizarem a Resolução de Problemas por meio do enfoque investigativo. Gil e Torregrosa (1983) defendem que o professor pode fornecer algumas orientações, começando por considerar qual pode ser o interesse da situação problemática abordada. Em seguida, deve partir para um estudo qualitativo da situação, emitindo hipóteses e explicando possíveis estratégias de resolução antes de proceder a esta, assim evitando o puro ensaio e erro.

Além disso, o professor pode ajudar os alunos a buscarem distintos modos de resolução para possibilitar a comparação dos resultados obtidos e mostrar a coerência do corpo de conhecimentos de que se dispõe. Os alunos devem ser incentivados a descreverem o máximo possível suas decisões e conclusões à luz das hipóteses elaboradas e dos referenciais disponíveis.

Após descrever algumas concepções teóricas das atividades de Resolução de Problemas, passo a relatar alguns referenciais sobre a experimentação investigativa. Aliando os pressupostos da Resolução de Problemas e de Práticas Experimentais Investigativas, pretendi elaborar situações de aprendizagem que envolvessem atividades de Robótica, com características de um trabalho científico. Dessa forma, os alunos trabalharam, resolvendo um problema ou desafio. Utilizaram a experimentação como meio para aproximar os conceitos teóricos e suas percepções, promovendo discussões e possíveis aprendizagens.

## 2.4 Atividades Experimentais Investigativas apoiadas na Robótica Educacional

As autoras Carvalho et al. (1998) afirmam que as Atividades Experimentais Investigativas devem ser bem fundamentadas, ou seja, os alunos precisam saber claramente o motivo da investigação do fenômeno que a eles é apresentado. Por isso, é importante que o professor apresente um problema ou uma questão aberta, servindo como ponto de partida para a aquisição de novos conhecimentos. Ao explorar as hipóteses, por meio de atividades experimentais, ele terá condições não apenas de manipular ou observar, mas também de refletir, discutir, explorar e relatar, caracterizando assim uma investigação científica.

De acordo com Azevedo (2004), as Atividades Experimentais Investigativas podem desencadear um conflito cognitivo no qual o aluno, por meio da observação e interação, poderá confrontar ideias preconcebidas com os resultados da investigação. Nas palavras da autora:

Desse modo, por meio da observação e da ação, que são pressupostos básicos de uma atividade investigativa, os alunos podem perceber que o conhecimento científico se dá através de uma construção, mostrando assim seu aspecto dinâmico e aberto, possibilitando até mesmo que o aluno participe dessa construção, ao contrário do que descrevem os livros de Ciências, em que o “método científico” é mostrado como algo fechado, uma sequência lógica e rígida, composta de passos a serem seguidos, fazendo com que o aluno pense que a ciência é fechada, criada a partir e somente da observação (AZEVEDO, 2004, p. 23).

O problema proposto para ser investigado por meio de práticas experimentais, para Carvalho (2013), não pode ser uma questão qualquer. Deve ser bem planejado e estar contido na cultura social dos alunos, isto é, não pode ser algo que os afaste, e sim, provoque interesse de tal modo que se envolvam na busca de uma resposta. Essa procura deve permitir que os alunos exponham os conhecimentos anteriormente adquiridos sobre o assunto. É com base nesses conhecimentos anteriores e na manipulação do material escolhido que os alunos vão levantar suas hipóteses e testá-las para resolver o problema.

Reportando-se a essa questão, Lima (2015) destaca que a experimentação não é uma forma exclusiva de validar a teoria, mas através da experimentação o aluno pode verificar se os modelos matemáticos propostos pela teoria são apropriados em fazer previsões relativas aos fenômenos aos quais se referem. Dessa forma, o professor pode explorar a capacidade do aluno para desenvolver um



modelo capaz de prever dependências, proporcionalidades e regularidades a partir da observação de um fenômeno natural.

O autor defende ainda que o uso de experimentos no ensino de Física deve demonstrar aos educandos que a ciência é mais do que resoluções de formulações matemáticas, e que construção das teorias em Física envolve a descrição dos fenômenos naturais. Tendo isso em conta, as aulas experimentais no ensino de Física requerem, do professor, constante estudo e busca por diversos objetos e equipamentos para a sua realização. Nesse contexto, o uso de experimentos apoiados na Robótica Educacional pode ser uma alternativa viável para atingir esse propósito.

Nessa perspectiva, Azevedo (2004) defende que as aulas práticas de laboratório devem estar associadas às atividades experimentais pelas quais se pretende realizar uma investigação. Em uma atividade de laboratório dentro dessa proposta, o que se busca não é simplesmente a verificação de uma lei física. Outros objetivos são considerados importantes, como, por exemplo, mobilizar os alunos para a solução de um problema científico e, a partir daí, incentivá-los a procurarem uma metodologia para chegar à solução do problema, bem como às implicações e às conclusões provenientes desse estudo.

Com base nessas concepções, conduzi as atividades práticas de Robótica Educacional, desenvolvidas nesta intervenção, nos seguintes momentos:

- Fase inicial: os problemas foram expostos e discutidos; as hipóteses para a resolução foram formuladas; e os procedimentos instrumentais selecionados;
- Fase de desenvolvimento: os experimentos foram realizados para coleta de dados;
- Fase de busca de referencial teórico e de reflexão: os dados coletados foram analisados e interpretados;
- Fase de elaboração de um relatório: foi feito o registro das atividades desenvolvidas, juntamente com a análise e interpretação dos resultados.



Por meio da situação problema elaborada e na seção de procedimentos metodológicos, pode ser observado detalhadamente como essas fases ocorreram durante a intervenção pedagógica. Mas cabe ressaltar que esses pressupostos podem ser aplicados em qualquer outro projeto ou exercício no conteúdo de Física, em que os estudantes podem programar seus robôs para se moverem como quiserem, produzir os seus próprios gráficos e fazer os ajustes necessários. Como resultado, a aprendizagem baseada em Robótica pode afastar-se de modelos de descoberta guiada e se transformar em uma atividade transparente e investigativa, totalmente controlada pelos estudantes.

As Atividades Experimentais Investigativas realizadas nesses preceitos e com o apoio de um laboratório de Robótica Educacional podem favorecer o desenvolvimento de conceitos, procedimentos e atitudes. De acordo com Blosser (1988), a experimentação pode melhorar as habilidades motoras, estimuladas por meio da manipulação dos objetos, e as habilidades cognitivas, por promover o pensamento crítico, o questionamento e a busca de respostas. Qualidades e atitudes como curiosidade, interesse, coragem para correr riscos, objetividade, precisão, confiança, perseverança, satisfação, responsabilidade, consenso, também podem ser instigadas. Segundo o que concluíram Zompero e Laburú (2011, p.78):

[...] as atividades de investigação podem promover a aprendizagem dos conteúdos conceituais, e também dos conteúdos procedimentais que envolvem a construção do conhecimento científico. Atividades experimentais investigativas, sejam elas de laboratório ou não, são significativamente diferentes das atividades de demonstração e experimentações ilustrativas, realizadas nas aulas de Ciências, por fazerem com que os alunos, quando devidamente engajados, tenham um papel intelectual mais ativo durante as aulas.

Portanto, para certificar-se de que se está realmente trabalhando dentro da perspectiva das atividades investigativas, é necessário observar algumas características, tais como o engajamento dos alunos para realizar as atividades e a busca por informações, tanto por meio dos experimentos, como pela bibliografia. Isso irá ajudá-los na resolução do problema proposto na atividade e na emissão de hipóteses. Nestas é possível a identificação dos conhecimentos prévios dos alunos.

Outro aspecto importante é a comunicação dos estudos feitos pelos alunos para os demais colegas, tal como ocorre na Ciência, para que o aluno possa compreender, além do conteúdo, também a natureza do conhecimento científico que

está sendo desenvolvido por meio dessa metodologia de ensino (ZOMPERO; LABURÚ, 2011).

Aliando os diversos pressupostos das estratégias descritas neste referencial, presentes nas Metodologias Ativas por meio da Resolução de Problemas e nas Atividades Experimentais Investigativas, apoiadas na Robótica Educacional, pretendi despertar o interesse dos alunos e estimular o gosto pela investigação e a descoberta que pode resultar em uma mudança de concepção sobre o estudo da Física.

No capítulo que segue, passo a relatar os procedimentos metodológicos que foram adotados. Primeiramente descrevo a caracterização desta pesquisa, e detalhes sobre o local e os sujeitos envolvidos. Na sequência, apresento os instrumentos de coleta de dados e como ocorreu a análise dos mesmos. Finalmente apresento as atividades que foram realizadas na intervenção pedagógica e o detalhamento da proposta.

### **3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS**

Segundo Demo (2000), a pesquisa pode servir para propósitos educacionais e científicos, tanto na geração de conhecimento, quanto no procedimento de aprendizagem, sendo parte integrante de todo processo reconstrutivo de conhecimento. Desse modo, ela deve conter princípios científicos e educativos para construir ou reconstruir conhecimentos a partir de questionamentos da realidade, de cunho cotidiano. Deve também atentar para o meio em que será realizada, propagando experiências e descobertas.

Nesse sentido, de acordo com Lakatos e Marconi (2007), a pesquisa pode ser considerada como procedimento formal que utiliza um método de pensamento reflexivo. Este pensamento requer um tratamento científico e se constitui no caminho para se conhecer a realidade. Assim, os métodos científicos empregados devem fornecer subsídios para encontrar as respostas ou soluções para os problemas levantados.

Dentro desse panorama, entendo que os procedimentos metodológicos apresentados contribuem para validar e dar transparência ao trabalho desenvolvido, permitindo que professores e pesquisadores das áreas das Ciências Exatas também possam se beneficiar. Acredito que possam se inspirar nele para usar as ferramentas tecnológicas, tais como os kits de Robótica Educacional, em conjunto com outras estratégias didáticas, para promover melhorias no ensino de suas escolas ou instituições.

Nesses termos, passo a descrever a trajetória metodológica percorrida nesta

pesquisa, a qual me auxiliou a conseguir respostas para o problema proposto e a alcançar o objetivo traçado.

### **3.1 Caracterização da pesquisa**

Este estudo caracteriza-se como pesquisa qualitativa, envolvendo um grupo de alunos que participaram de uma série de atividades investigativas com o apoio de kits de Robótica da Lego Mindstorms, as quais foram promovidas para a introdução de alguns conceitos da Física nas aulas de Ciências. Além disso, a pesquisa aproxima-se de alguns pressupostos teóricos do estudo de caso, pois busquei responder questões do tipo “como” e “por que” e o foco concentrou-se em fenômenos contemporâneos inseridos no contexto da vida real (YIN, 2015, p. 4).

De acordo com Prodanov e Freitas (2013), na abordagem qualitativa, a pesquisa tem o ambiente como fonte direta dos dados. O pesquisador mantém contato direto com o ambiente e o objeto de estudo em questão, o que exige um trabalho mais intensivo de campo. Nesse caso, as questões são estudadas no ambiente em que elas se apresentam, e os dados coletados nessas pesquisas são descritivos, retratando o maior número possível de elementos existentes na realidade estudada.

Essas características vêm ao encontro do desenvolvimento metodológico desta intervenção, pois, como pesquisador, realizei a coleta de dados e, posteriormente, analisei e transcrevi os resultados de forma indutiva.

Quanto à perspectiva qualitativa, Moreira (2011b) afirma ainda que a análise interpretativa de dados gera asserções de conhecimento, as quais podem ser publicadas pelo pesquisador sob a forma de um relatório ou artigo de pesquisa, enfatizando a importância da narrativa nesse tipo de descrição. Assim, de acordo com o autor, o pesquisador deve enriquecer sua narrativa com trechos de entrevistas, anotações, produção de trabalhos dos alunos e registros visuais com o propósito de apresentar evidências que suportem sua interpretação e, ao mesmo tempo, permitam ao leitor fazer julgamentos de modo a concordar ou não com as observações e interpretações do pesquisador.

De acordo com as premissas deste estudo, a abordagem qualitativa mostrou-se apropriada, uma vez que permite uma proximidade entre o pesquisador e o pesquisado e busca o entendimento e a interpretação de fenômenos humanos, com o objetivo de alcançar uma visão detalhada e complexa do todo. Essa proximidade permite uma troca de experiências que enriquece a pesquisa ao tratar os indivíduos não apenas como objetos do estudo, mas como sujeitos que podem contribuir significativamente para a produção do conhecimento (FAZENDA et al., 2015).

No que se refere ao estudo de caso, Podanov e Freitas (2013, p. 64) destacam algumas características básicas que identificam essa técnica de pesquisa:

[...] é um sistema limitado e tem fronteiras em termos de tempo, eventos ou processos; é um caso sobre algo, que necessita ser identificado para conferir foco e direção à investigação; é preciso preservar o caráter único, específico, diferente, complexo do caso; a investigação decorre em ambiente natural; o investigador recorre a fontes múltiplas de dados e a métodos de coleta diversificados: observações diretas e indiretas, entrevistas, questionários, narrativas, registros de áudio e vídeo, diários, cartas, documentos, entre outros.

Complementarmente, Chemin (2015) afirma também que o estudo de caso é típico da pesquisa qualitativa e se propõe a investigar e a aprofundar um fenômeno/problema contemporâneo dentro do seu contexto, por meio de várias fontes de evidência: entrevistas, documentos, arquivos, observação etc. Ao adotar o método citado, procurei, com esta pesquisa, encontrar evidências de como a Robótica Educacional pode contribuir para o ensino de Ciências em uma turma do nono ano do ensino Fundamental, em particular, para introduzir conceitos da Física.

O estudo de caso, nesta pesquisa, foi desenvolvido sob a ótica do mundo real dos estudantes, refletindo suas relações interpessoais em seu cotidiano escolar. As ações desenvolvidas ocorreram durante as aulas de Ciências e em um bimestre letivo. Nessa perspectiva, a sala de aula tornou-se o local propício para observações e análises passíveis de descrição. Nesse sentido, atuando como professor e pesquisador, tive a oportunidade de conviver com o grupo específico em questão, em um espaço em que tinha a responsabilidade de conduzir as atividades que garantissem os processos de ensino e de aprendizagem, e também que fornecessem dados para a concretização da pesquisa.

### 3.2 Lócus da pesquisa

O cenário da pesquisa foi uma escola municipal, no município de Lajeado-RS. A rede de ensino de Lajeado, segundo dados da Secretaria de Educação conta, em 2017, com 5.084 alunos matriculados nas 18 Escolas Municipais de Ensino Fundamental (EMEFs).

A EMEF em que foi realizada esta pesquisa possui 410 alunos matriculados no Ensino Fundamental (dados de 2017). Quanto à estrutura física da escola, todas as salas são climatizadas e há recursos audiovisuais disponíveis para o uso dos professores. A escola conta com um refeitório, onde é servida uma refeição diária aos alunos, além de um ginásio de esportes e uma pequena biblioteca.

A escolha por esta escola se deu principalmente por se tratar de uma instituição pública, o que permitiu uma avaliação do uso dessa ferramenta nesse contexto. Também por possibilitar acesso a esta proposta para alunos que provavelmente não teriam condições de custear a participação em oficinas de Robótica, oferecidas nas escolas particulares do município.

Cabe ainda destacar que, no ano de 2016, com o apoio da instituição onde sou docente, o Instituto Federal Sul-rio-grandense, pude promover uma oficina de Robótica em contraturno, na qual participaram alunos dos anos finais do Ensino Fundamental das escolas públicas desse município. Tinha como objetivo, com essa oficina, introduzir conceitos da Robótica e de lógica de programação e estimular o gosto pela ciência.

Assim, percebendo o potencial dessa ferramenta de ensino, procurei a direção e professores da EMEF escolhida e expus a ideia fundamentada por esse projeto de extensão. Expliquei que o objetivo agora seria realizar uma intervenção pedagógica nas aulas de Ciências, com alunos do nono ano, para introduzir alguns conceitos de Física por meio de experimentos envolvendo a Robótica. Com base nos resultados obtidos no projeto de extensão desenvolvido durante o ano de 2016, consegui apoio unânime para realizar a intervenção pedagógica e a devida autorização, conforme Termo de Anuência assinado pelo diretor da EMEF (APÊNDICE A).

### **3.3 Sujeitos**

Os sujeitos envolvidos neste trabalho são 20 alunos de uma turma do nono ano do Ensino Fundamental, matriculados no turno da manhã. Em relação à idade, varia entre 13 a 16 anos: 14 anos (13 alunos); 15 anos (03 alunos); 16 anos (02 alunos) e com 13 anos (01 aluno). A turma é composta por 9 meninas e 11 meninos. Todos os alunos participantes e seus responsáveis legais assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), conforme Apêndice B. Para permitir a análise e o anonimato, os participantes serão nomeados por A1, A2, A3, e assim sucessivamente, em substituição de seus nomes.

Foi relatado pela professora de Ciências que quatro alunos dessa turma apresentavam muita dificuldade em assimilar os assuntos abordados nas aulas. Ainda segundo a professora, havia também alguns casos de extrema indisciplina. Então questionei em que consistia, em seu ponto de vista, essa extrema indisciplina. Assim ela pôde detalhar o comportamento de cinco alunos específicos que, em diversos momentos, não observavam os princípios básicos de convivência na escola, desrespeitando colegas e professores. Ressaltou, ainda, que seria um desafio envolver esses estudantes nas atividades propostas.

### **3.4 Instrumentos de coleta de dados**

Durante o desenvolvimento dos trabalhos da intervenção pedagógica realizada com os alunos do nono ano do Ensino Fundamental, utilizei os seguintes instrumentos para coleta de dados: questionários, exercícios sobre os temas da Física que foram trabalhados, relatórios produzidos pelos alunos, fotografias e gravações de áudio e de vídeos.

A aplicação de um questionário individual (APÊNDICE C) ocorreu na fase inicial da intervenção, com perguntas que induziram a respostas abertas e fechadas. Esse instrumento foi adotado para atingir o objetivo específico proposto de conhecer as concepções construídas pelos alunos do nono ano sobre a disciplina de Ciências, trabalhada ao longo do Ensino Fundamental.

Também apliquei um questionário final após a realização das atividades da intervenção pedagógica, com uso da ferramenta online Google Formulários (plataforma gratuita para usuários do Google, para aplicação de pesquisas e questionários). Com esse questionário busquei avaliar as opiniões, críticas e sugestões dos alunos sobre as atividades com a Robótica Educacional.

De acordo com Gil (1999), o questionário é um instrumento que possibilita ao pesquisador conhecer as opiniões dos pesquisados acerca de um tema por intermédio de um número significativo de questões. Normalmente é organizado em uma série ordenada de perguntas que podem ser respondidas por escrito pelo informante respondente. Entre os aspectos positivos do uso dos questionários, estão o baixo custo para aplicação, a manutenção do anonimato e a possibilidade de as pessoas responderem em momento apropriado.

Para identificar os conhecimentos prévios dos alunos sobre os conceitos da Física abordados na intervenção, utilizei algumas questões (APÊNDICES D e E) com os tópicos que foram trabalhados com o apoio da Robótica. Com esses instrumentos de coleta de dados, foi possível avaliar se houve evolução do aprendizado, observando as concepções anteriores e posteriores à intervenção pedagógica.

Esse instrumento de coleta de dados é relevante, pois, de acordo com Zabala (2015), com o questionário é possível conhecer o que o aluno já sabe e, a partir desse ponto, definir a melhor estratégia para complementar ou reconstruir conceitos. Dessa forma, a partir do momento em que o professor consegue entender o nível dos conhecimentos prévios de seus alunos, ele provavelmente terá sucesso na introdução de novos conhecimentos, garantindo condições ao aprendizado. Sendo assim, quando o professor determina o alcance da disciplina em termos de objetivos, ele pode estabelecer quais são os conhecimentos prévios pertinentes e necessários para o desenvolvimento dos processos de ensino e de aprendizagem.

Assim, foi possível conhecer, por meio das respostas dos alunos, suas concepções acerca dos tópicos da Física que podem explicar fenômenos ou eventos presentes nas atividades do seu cotidiano. Com a participação ativa dos alunos, busquei entender com que base foi construído seu conhecimento atual e como as



atividades investigativas apoiadas na Robótica Educacional poderiam contribuir para melhorar seu entendimento sobre os conceitos da Física abordados.

Além dos instrumentos anteriormente citados, para averiguar se a intervenção pedagógica, mediada pela Robótica Educacional, contribuiu para o aprendizado dos alunos, também utilizei como fonte de coleta de dados os relatórios elaborados pelas equipes formadas para a montagem e programação dos robôs. Solicitei que todas os grupos registrassem em um relatório o desenvolvimento para a solução da situação problema (APÊNDICE F). O relatório deveria conter a justificativa das escolhas e métodos que foram utilizados na construção do Robô, bem como os resultados e análises dos dados obtidos nos experimentos.

Sobre a importância dos registros produzidos pelos alunos, Oliveira e Carvalho (2005) comentam que:

É fundamental que os professores possam se deter com mais atenção aos registros produzidos nas aulas de conhecimento físico, no intuito de perceber seu aluno como um todo, suas percepções e ideias sobre os fenômenos físicos. Esse olhar mais cuidadoso permite ao professor perceber o nível de entendimento do aluno sobre a atividade, a dinâmica de participação dos alunos dentro dos grupos, as ações realizadas para alcançar a solução do problema e, principalmente, perceber em que patamar se encontram os alunos nas suas explicações dos fenômenos trabalhados (OLIVEIRA; CARVALHO, 2005, p. 365).

Os registros fotográficos e gravações audiovisuais também foram utilizados durante a intervenção. Esses materiais, além de serem utilizados para a compreensão das ações e dos resultados obtidos, também serão posteriormente disponibilizados para integrar o acervo de material pedagógico disponível na EMEF, dando suporte a projetos posteriores, inclusive podendo auxiliar na justificativa para aquisição dos kits de Robótica junto à Secretaria Municipal de Educação.

O uso de registros audiovisuais, de acordo com Loizos (2008), torna-se necessário sempre que algum conjunto de ações humanas é complexo e difícil de ser descrito, compreensivelmente, por um único observador, enquanto este se desenrola. O autor aponta como exemplos, atividades artísticas, ensino em sala de aula, entre outros. Além disso, esses registros podem apontar fatos ou momentos importantes que podem passar despercebidos, caso o pesquisador esteja envolvido ou concentrado em outra atividade.

Outra vantagem da gravação eletrônica de áudio e vídeo, segundo Bortoni (2008), é que permite ao observador “revisitar” os dados muitas vezes para tirar dúvidas e refinar a teoria que está construindo. Isso garante maior fidelidade com os relatos dos alunos e, conseqüentemente, facilita a posterior transcrição dos dados coletados e a imbricação com o referencial teórico pesquisado.

Esses instrumentos de coleta de dados permitiram averiguar como a Robótica Educacional pode contribuir para introduzir conceitos de Física anos finais do Ensino Fundamental, que constituiu o objetivo deste estudo.

### **3.5 Análise dos dados**

De acordo com Moreira (2003), o enfoque do pesquisador qualitativo é descritivo e interpretativo ao invés de explanatório ou preditivo. Em vez de usar gráficos, coeficientes, tabelas estatísticas para apresentar resultados e asserções de conhecimento, o pesquisador interpretativo narra o que fez e sua narrativa concentra-se não nos procedimentos, mas nos resultados. Seus argumentos dependem de sua interpretação e só terão validade para o leitor (que pode ser um colega pesquisador, um professor, um administrador, o próprio sujeito da pesquisa) na medida em que este concordar com essa interpretação.

Para isso, conforme sugerido pelo autor, no momento de realizar interpretação dos dados coletados neste trabalho, procurei enriquecer a narrativa com trechos de entrevistas, de gravações audiovisuais, e registro dos trabalhos realizados pelos alunos, com objetivo de apresentar evidências que sustentassem minha interpretação e, ao mesmo tempo, permitissem ao leitor fazer julgamentos de modo a concordar ou não com minhas afirmações interpretativas.

Para a análise posterior dos dados e informações coletadas nesta pesquisa, a partir dos instrumentos mencionados na seção anterior, me aproximei das características da Análise Textual Discursiva (ATD), descrita por Moraes e Galiuzzi (2006, p. 117):

A análise textual discursiva tem no exercício da escrita seu fundamento enquanto ferramenta mediadora na produção de significados e por isso, em processos recursivos, a análise se desloca do empírico para a abstração teórica, que só pode ser alcançada se o pesquisador fizer um movimento intenso de interpretação e produção de argumentos. Este processo todo gera meta-textos analíticos que irão compor os textos interpretativos.

Segundo o autor supracitado, essa metodologia de análise de dados permite que os textos descritivos e interpretativos do pesquisador sejam organizados a partir das unidades de significado e das categorias, resultantes de processos intuitivos e auto-organizados. Para isso, ele descreve quatro etapas fundamentais da ATD: desmontagem de textos para um exame detalhado e unitarização; estabelecimento de relações e categorizações; captação de novas compreensões; e organização final dos argumentos a partir das novas compreensões captadas.

Acredito que a utilização da análise textual discursiva favoreceu o desafio pela busca da reconstrução de caminhos e de concepções, pois, como afirma Moraes (2004, p. 1999), as realidades investigadas não são dadas prontas para serem descritas e interpretadas; são incertas e instáveis, mostrando que “ideias e teorias não refletem, mas traduzem a realidade”. Desse modo, para organizar as categorias e realizar as reflexões descritas nesta pesquisa, procurei primeiramente analisar todo o material produzido pelos alunos e os registros audiovisuais das atividades. Na sequência, busquei estabelecer as categorias tendo como base os objetivos específicos propostos nesse trabalho. Conforme descrevia os resultados, pude compará-los com os referenciais teóricos e assim captar novas compreensões, fundamentando os argumentos apresentados.

### **3.6 Intervenção Pedagógica: introdução da Física com o apoio da Robótica**

A intervenção pedagógica ocorreu na própria sala de aula do nono ano, na EMEF na cidade de Lajeado. Os encontros foram nas segundas-feiras pela manhã, nas datas combinadas com a direção e a coordenação pedagógica da escola. Foram realizados dez encontros, totalizando 20 horas: 18 horas foram usadas no desenvolvimento das atividades envolvendo a Resolução de Problemas e Práticas Experimentais Investigativas apoiadas na Robótica, e duas horas nas atividades de avaliação da proposta e encerramento.

Os objetivos da intervenção pedagógica estão em harmonia com os objetivos específicos já explicitados anteriormente, respaldando assim as atividades e ações desenvolvidas nos encontros. O Quadro 2 apresenta o planejamento sucinto dos 10 encontros. Nele descrevo os objetivos, as atividades que foram planejadas e desenvolvidas, e sua duração.

Quadro 2 - Resumo das atividades referentes à Intervenção Pedagógica para introduzir conceitos da Física apoiados na Robótica Educacional, para alunos do nono ano do Ensino Fundamental

Encontros/ duração	Objetivos dos encontros	Ações
1º encontro: 2h	1- Apresentar a temática da intervenção pedagógica e a dinâmica das aulas para os alunos participantes.	Uso do vídeo sobre a plataforma Lego (disponível em: < <a href="https://www.youtube.com/watch?v=VRDVBzXrV8M">https://www.youtube.com/watch?v=VRDVBzXrV8M</a> >) para estimular os alunos para o estudo da Física por meio da Robótica.
	2- Conhecer as concepções dos alunos sobre a disciplina de Ciências trabalhada ao longo do Ensino Fundamental, com a aplicação do questionário preliminar.	2- Explicação sobre o Preenchimento do TCLE (APÊNDICE B); preenchimento do questionário inicial (APÊNDICE C) com os alunos.
	3- Identificar os conhecimentos prévios dos alunos sobre os conceitos da Física abordados na intervenção.	3- Resolução das questões elaboradas sobre os tópicos de Física abordados na intervenção (referencial, posição, movimento e rapidez) e discussão sobre alguns fenômenos físicos observados no cotidiano (APÊNDICES D e E). As respostas elaboradas foram guardadas até o último encontro, para realizar a comparação da evolução do conhecimento após a intervenção, momento em que foi oportunizada a complementação ou reconstrução das concepções iniciais.
	4- Desenvolver as questões para introduzir o ensino da Física apoiado nas atividades de Robótica Educacional.	4a- Apresentação dos assuntos (APÊNDICE E), trazendo o enfoque para as questões trabalhadas na realização dos experimentos de Robótica. 4b- Utilização do livro didático da disciplina de Ciências, utilizado no nono ano, como apoio para o estudo dos assuntos discutidos na intervenção: BARROS, Carlos; PAULINO, Wilson R. Ciências: física e química. São Paulo: Editora Ática, 2015 (ANEXO 1). 4c- Leitura do capítulo 2 do livro de Ciências (p. 35-48) e discussão dos conceitos da Física baseados nas questões levantadas (APÊNDICE E), buscando motivar os alunos ao apresentar a aplicabilidade desses conceitos na Robótica.

(Continua...)

(Continuação)

Encontros/ duração	Objetivos dos encontros	Ações
2º encontro: 2h	1- Apresentar a situação problema elaborada, com a explicação do funcionamento do desafio de Robótica e seus objetivos.	1- Leitura e discussão sobre a situação problema (APÊNDICE F). Neste momento apresentei todas as instruções e procedimentos referentes à resolução da situação problema. Esclareci as dúvidas e reforcei o objetivo principal das atividades, ou seja, o estudo da Física aplicado na construção, funcionamento e movimento dos robôs.
	2- Promover um ambiente colaborativo e organizado e estimular a capacidade de tomada de decisão.	2- Solicitei que os alunos formassem as equipes com quatro componentes e definissem as funções de cada um e as estratégias para realizar a montagem do robô. Entreguei os kits de montagem e um notebook com o programa da plataforma Lego já instalado. Como orientado na situação de aprendizagem, as equipes deveriam se familiarizar com as peças do kit e organizá-las nos recipientes fornecidos, de forma a facilitar seu manuseio e localização.
	3- Incentivar a investigação para a resolução de problemas/questões que surgirem durante a construção e programação dos Robôs pelas equipes.	3- Início da elaboração de um relatório geral apresentando a justificativa das escolhas e métodos utilizados na construção do robô pelas equipes. As instruções detalhadas sobre a elaboração do mesmo, estão descritas na situação problema (APÊNDICE F). Para incentivar a pesquisa e a descoberta, ficou estabelecido que as decisões tomadas pela equipe precisariam estar fundamentadas nos conceitos da Física e de outras ciências envolvidas no funcionamento dos dispositivos. Assim ocorreu uma reflexão por parte dos alunos sobre a importância do estudo das ciências no desenvolvimento de novas tecnologias e soluções.
3º ao 8º encontros: 14h	1- Realizar as atividades experimentais de montagem e programação dos Robôs como instrumento pedagógico de apoio ao estudo da Física.	1- Montagem, programação e testes de funcionamento dos Robôs pelas equipes. Nestes encontros disponibilizei tempo para as equipes prepararem seu protótipo robótico para o desafio programado. Foi possível observar como as equipes se organizaram e a participação individual de cada componente. Os testes realizados, as tentativas e erros foram momentos importantes de aprendizado, na medida em que os alunos iam percebendo a importância do planejamento e observação dos procedimentos e conceitos aplicados na construção e programação dos Robôs.
	2- Continuar promovendo um ambiente colaborativo e mediar o aprendizado, estimulando a investigação.	2- Esclarecimento de dúvidas e administração de conflitos. Para a realização das atividades propostas, incentivei o trabalho em equipe, a capacidade de tomada de decisão, a iniciativa e a criatividade. Assim, quando surgiram dúvidas sobre algum procedimento, procurei estimular a busca pela resposta de forma coletiva, e a pesquisa em fontes confiáveis disponíveis, ajudando-os a chegar por si mesmos às conclusões a respeito das questões que causavam inquietação. No final de cada encontro promovi um momento para reflexão acerca da elaboração do relatório, estimulando os alunos a registrarem os resultados de suas pesquisas e descobertas.

(Continua...)

(Conclusão)

<b>Encontros/ duração</b>	<b>Objetivos dos encontros</b>	<b>Ações</b>
9º encontro 2h	1- Realizar os experimentos propostos e resolução da situação problema descrita no Apêndice F.	1- Realização dos experimentos com o robô montado e programado pelas equipes. Coleta de dados e descrição dos resultados obtidos através do relatório. Elaboração dos cálculos solicitados e formulação das estratégias para cumprir o desafio proposto na situação de aprendizagem (APÊNDICE F).
	2- Fazer o fechamento das atividades.	2- Submissão do robô ao desafio e avaliação das soluções propostas pelas equipes para deixar o robô mais rápido.
10º encontro: 2h	1– Realizar uma roda de conversa com os alunos que participaram das atividades, para verificar suas opiniões, críticas e sugestões sobre o trabalho realizado.	1- Aplicação de um questionário individual com os alunos, com perguntas e questões abertas (APÊNDICE G).
	2- Avaliar a evolução dos conhecimentos dos alunos acerca dos conceitos da Física. Verificar se as aulas apoiadas nas atividades com a Robótica contribuíram na construção de novas concepções.	1- Apresentação dos relatórios elaborados pelos alunos durante a construção e programação dos robôs. Discussão sobre a aplicação dos conceitos da Física no projeto e as fontes de consulta utilizadas. Reforcei que o estudo das Ciências é fundamental para o êxito de qualquer projeto de construção e, por isso, é a base de todas as profissões que envolvem tecnologia, tais como as que fazem uso da Robótica. 2- Retomada das questões elaboradas inicialmente e discussão acerca das concepções anteriores sobre o estudo da Física. Os alunos tiveram oportunidade de completar ou reelaborar suas respostas de acordo com os conceitos que foram estudados durante a intervenção, por meio dos questionários. 3- Agradecimentos finais pela participação e encerramento.

Fonte: Do autor (2017).

### 3.7 Síntese dos caminhos metodológicos

Após descrever os procedimentos metodológicos desta pesquisa, apresento, a seguir, um resumo da abordagem metodológica deste estudo, com o propósito de dar ainda mais clareza aos caminhos que foram percorridos.

Quadro 3 – Síntese da abordagem metodológica da pesquisa

<b>Objetivos específicos</b>	<b>Ações desenvolvidas</b>
Conhecer as concepções construídas pelos alunos do nono ano sobre as disciplinas de Ciências trabalhada ao longo do Ensino Fundamental.	Aplicação de um questionário individual com alunos do nono ano do Ensino Fundamental de uma escola da rede pública municipal de Lajeado-RS. (APÊNDICE C).
Identificar os conhecimentos prévios que os alunos possuem sobre os conceitos da Física que serão abordados na intervenção.	Resolução das questões elaboradas sobre os tópicos de Física abordados na intervenção e discussão sobre alguns conceitos e fenômenos físicos aplicados no cotidiano (APÊNDICES D e E).
Planejar e realizar uma intervenção pedagógica na disciplina de Ciências, no nono ano do Ensino Fundamental, para trabalhar com os alunos conceitos de Física por meio de atividades apoiadas na Robótica Educacional.	Desenvolvimento de uma Intervenção Pedagógica a partir da Resolução de Problemas e Práticas Experimentais Investigativas, utilizando atividades de Robótica Educacional. O detalhamento completo da intervenção está descrito no Quadro 2 e na situação de aprendizagem que foi aplicada aos alunos (APÊNDICE F).
Averiguar se a intervenção pedagógica, mediada pela Robótica Educacional, contribuiu para o aprendizado dos alunos.	Apresentação dos relatórios elaborados pelos alunos durante a construção e programação dos robôs; discussão sobre a aplicação dos conceitos da Física no projeto. Foram retomadas as questões respondidas inicialmente (APÊNDICES D e E) e oportunizado o complemento das ideias. Aplicação do questionário final (APÊNDICE G) com os alunos.

Fonte: Do autor (2017).

### 3.8 Descrição das atividades realizadas na Intervenção Pedagógica

#### 1º Encontro (2 horas)

Nesse dia iniciei as atividades apresentando a proposta para a turma. Estavam presentes os 20 alunos e a professora de disciplina de Ciências da escola. Notei que os estudantes estavam apreensivos e curiosos a respeito da metodologia que seria utilizada. Nesse primeiro encontro, com o objetivo de estimular o interesse para o estudo da Física por meio da Robótica, utilizei o vídeo sobre a plataforma Lego (disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=VRDVBzXrV8M>>).



Expliquei que a Instituição onde sou docente emprestaria os kits de Robótica Lego Mindstorms, juntamente com os *Notebooks* para a realização da montagem e programação dos Robôs que seriam utilizados nos encontros.

À medida que fui explanando os objetivos e o planejamento estruturado das aulas, pude perceber que grande parte dos estudantes mostravam-se interessados em participar das atividades. Mas, como já alertado pela professora, havia um grupo de cerca de cinco alunos que eram bem provocadores, passando a maior parte do tempo realizando brincadeiras e conversando entre si sobre outros assuntos não relacionados ao tema da aula. Nesse momento percebi que teria um desafio extra ao lidar com essa situação. Precisava buscar, de alguma forma, cativar o interesse desses estudantes para participar das atividades.

Após esclarecer algumas dúvidas sobre o funcionamento do kit Lego Mindstorms, concluí a explanação introdutória, explicando como deveria ser preenchido o TCLE (APÊNDICE B) para obter a autorização dos pais ou responsáveis para a participação nesse estudo. Nesse momento também foi realizado o preenchimento do questionário inicial (APÊNDICE C), que teve como objetivo conhecer as concepções dos alunos a respeito da disciplina de Ciências, bem como suas experiências anteriores com atividades experimentais investigativas ou outras Metodologias Ativas. A previsão inicial também era aplicar as atividades para identificar conhecimentos prévios sobre conceitos da Física que seriam trabalhados na intervenção (APÊNDICE D), mas não foi possível em função do tempo necessário para fazer algumas combinações com a turma em relação às atitudes comportamentais.

## 2º Encontro (2 horas)

Após o recolhimento dos TCLEs (APÊNDICE B), conversei com os alunos sobre a importância das atividades que seriam realizadas e como elas poderiam ajudá-los a compreender melhor o que haviam estudado e que ainda estudariam no Ensino Médio sobre os conceitos da Física. Pedi aos alunos que respondessem as questões do questionário (APÊNDICE D) e expliquei que, com essas questões, buscava identificar conhecimentos prévios sobre conceitos da Física que seriam trabalhados na intervenção. Enfatizei que poderiam fazer as atividades sem se

sentirem pressionados, e que poderiam responder as questões exatamente como haviam entendido, preferencialmente com suas próprias palavras.

O enfoque das questões (APÊNDICE D), foi de conhecer as concepções dos alunos sobre os conceitos da Física abordados na intervenção. Visto que eles já haviam estudado esses conteúdos nas aulas de Ciências por meio do livro didático, foi possível verificar se as concepções construídas estavam corretas ou precisavam ser reconstruídas. Os tópicos abordados foram: referencial, posição, movimento e velocidade.

Para trabalhar esses assuntos utilizando o método ativo, procurei dar atenção às reflexões de Mitri et al. (2008), quando enfatizam que o ensinar exige respeito à dignidade de cada sujeito, levando em consideração que ele é responsável por construir a sua própria história. Também busquei considerar a bagagem cultural do aluno, bem como seus saberes construídos ao longo de sua vida. Por isso tentei exercer a humildade e a flexibilidade, reconhecendo os limites de meu conhecimento e permitindo uma participação ativa dos alunos.

Em seguida, após recolher o material produzido, reforcei novamente os tópicos que seriam estudados com o apoio da Robótica Educacional. Por meio de perguntas sobre o funcionamento dos automóveis, busquei fazer uma correlação com as partes de um robô e como os conceitos da Física podem ajudar a compreender algumas situações. Entreguei aos alunos as questões norteadoras para introduzir o estudo dos conceitos da Física, apoiadas nas atividades de Robótica (APÊNDICE E). Ficou combinado que esses assuntos poderiam ser discutidos com a família ou amigos, inclusive estimulando a busca pelas respostas também no livro didático da disciplina de Ciências, visto que, no encontro seguinte, as questões seriam socializadas entre a turma.

### 3º Encontro (2 horas)

Nesse encontro, como combinado, as respostas das questões norteadoras (APÊNDICE E) foram socializadas pela turma. Para que todos pudessem participar, solicitei que fosse formada uma roda de conversa. Utilizei, assim, uma metodologia com a qual tentei obter pelo menos três respostas diferentes para cada questão, fazendo um rodízio entre a turma.

Para abordar os assuntos, utilizei como material de apoio o próprio livro didático de Ciências adotado pela professora em suas aulas: BARROS, Carlos; PAULINO, Wilson R. Ciências: física e química. São Paulo: Editora Ática, p. 35-48, 2015 (ANEXO A). Também utilizei um vídeo didático que aborda os conceitos de distância e deslocamento, disponível em: <[www.youtube.com/watch?v=c\\_8C7iU4cQI](http://www.youtube.com/watch?v=c_8C7iU4cQI)>.

Na sequência, apresentei aos estudantes a situação problema (APÊNDICE F) com as informações necessárias para a realização das atividades experimentais com o apoio da Robótica. Esclareci algumas dúvidas sobre a avaliação das atividades e reforcei o objetivo principal, qual seja, o estudo da Física aplicado na construção dos Robôs e na explicação dos eventos estudados.

Nesse momento, solicitei que os alunos formassem equipes com quatro componentes e definissem as funções que cada um desempenharia e as estratégias para realizar a montagem do robô. Em um momento achei que seria interessante que os grupos fossem formados por afinidade, mas logo percebi que essa estratégia não seria a melhor proposta, pois os alunos que apresentavam problemas de indisciplina acabariam ficando no mesmo grupo, o que poderia causar muitos transtornos. Então resolvi formar os grupos, sorteando os participantes de forma aleatória.

Com as equipes formadas, entreguei os kits de montagem e um *Notebook* com o programa da plataforma Lego já instalado. Como orientado na situação problema (APÊNDICE F), as equipes se familiarizaram com as peças do kit e as organizaram nos recipientes fornecidos, facilitando o manuseio e a localização das mesmas. Expliquei para a turma como deveria ser elaborado o relatório: que deveriam descrever a justificativa das escolhas e métodos que seriam utilizados na construção do Robô pelas equipes. Informei que todas as etapas do relatório estavam detalhadas na situação problema (APÊNDICE F). Para incentivar a pesquisa e a descoberta, ficou estabelecido que as decisões tomadas pela equipe precisavam estar fundamentadas nos conceitos da Física e de outras ciências envolvidas no funcionamento dos dispositivos e deveriam ser registradas no relatório elaborado.

#### 4º Encontro (2 horas)

Após retomar as combinações acordadas em relação a atitudes e comportamentos, as equipes começaram a montagem do protótipo robótico que foi usado nos experimentos propostos. Também orientei as equipes a seguirem de perto as instruções passo a passo fornecidas pelo manual da Lego disponibilizado em meio físico e eletrônico no Notebook (FIGURA 3). Lembrei a todos que cada membro da equipe precisaria exercer sua função como havia sido acertado anteriormente, e que fosse realizado um rodízio a cada encontro para que todos pudessem exercer a função de construtor, programador, organizador e relator.

Figura 3 - Equipes iniciando a montagem dos robôs



Fonte: Do autor (2017).

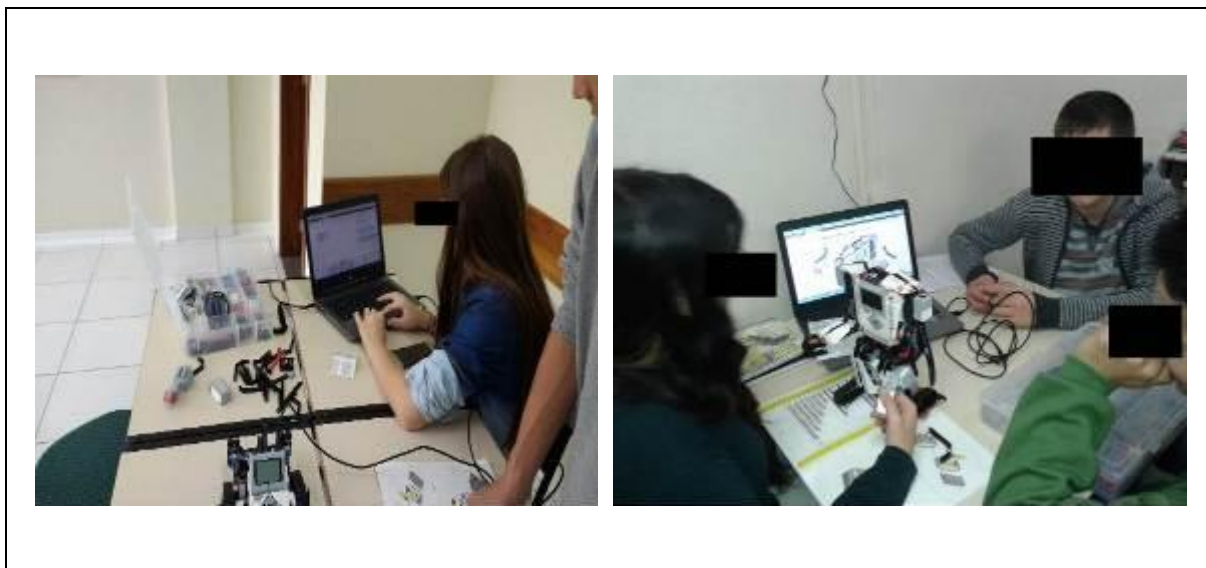
Nessa etapa da intervenção, pude perceber que a maioria dos alunos estavam engajados na proposta e empolgados para realizar a montagem e a programação do Robô. Por utilizar uma plataforma intuitiva e de fácil interação, as equipes não tiveram dificuldades em seguir as instruções do *software* de programação do kit Lego *Mindstorms EV3*. Foi possível também observar a participação individual de cada integrante e como as equipes se organizaram coletivamente. Nesse aspecto, cabe ressaltar que foram necessárias várias intervenções para mediar alguns conflitos resultantes da não aplicação dos princípios de convivência por parte de alguns alunos, mas que, por fim, foram contornados.

Em combinação com a escola e responsáveis pelos alunos, ficou definido que os dois encontros seguintes seriam realizados na mesma manhã, em turno único, para que o tempo fosse melhor aproveitado para a realização da montagem e programação dos robôs.

#### 5º e 6º Encontro (4 horas)

Como acertado anteriormente com a escola, e autorizado pelos responsáveis, foi disponibilizado um tempo correspondente a dois encontros (04 horas) para a realização das atividades de Robótica com a turma. Desse modo, as equipes puderam adiantar a atividade a ponto de quase concluir a montagem e a programação dos Robôs (FIGURA 4), bem como descrever as etapas no relatório solicitado.

Figura 4 - Equipes concluindo a montagem e programação dos Robôs



Fonte: Do autor (2017).

Nesse encontro pude esclarecer algumas dúvidas sobre a montagem das peças do kit de Robótica, bem como mediar alguns conflitos nos grupos sobre o desempenho das funções de cada integrante. Procurei promover o desenvolvimento de algumas habilidades, tais como: o trabalho em equipe, a capacidade de tomada de decisão, a iniciativa e a criatividade. Assim, quando surgiram dúvidas sobre algum procedimento, procurei estimular a busca pela resposta de forma coletiva e a pesquisa em fontes confiáveis disponíveis, ajudando-os a chegar, por si mesmos, às conclusões para as questões que causavam incerteza.

No final desse encontro, grande parte das equipes havia concluído a montagem e programação (FIGURA 5), ficando apenas alguns ajustes para serem feitos antes da realização dos experimentos solicitados na situação problema (APÊNDICE F). Também promovi uma reflexão acerca do material textual que foi produzido (relatório e respostas dos questionários), e a importância de seguir de perto as instruções fornecidas no manual da Lego, tendo em vista que algumas equipes precisaram refazer parte da montagem por não terem utilizado a peça indicada ou por efetuarem uma fixação incorreta. As equipes foram estimuladas a descrever no relatório alguns detalhes a respeito das rodas, eixos, engrenagens, blocos, conectores, polias, fazendo uma correlação com a construção de um automóvel, exemplificando os conhecimentos físicos aplicados.

Figura 5 - Montagem dos robôs em fase de conclusão



Fonte: Do autor (2017).

#### 7º Encontro (2 horas)

Neste dia foram executados os ajustes finais nos robôs construídos a fim de estarem preparados para os experimentos que seriam realizados conforme descrito na situação problema (APÊNDICE F). Foram retomados os conceitos que seriam explorados com essas atividades: referencial, posição, movimento, velocidade e atrito. Nesse instante pude novamente entregar as questões por eles respondidas (APÊNDICE D) para discutir as respostas com a turma.

Para retomar esses conceitos, solicitei que a turma permanecesse nos grupos para realizarmos a leitura da situação problema (APÊNDICE F). Busquei destacar que, para atingir o objetivo de realizar o trajeto proposto no menor tempo possível, seria necessário aplicar os conceitos da Física estudados, e que os experimentos



poderiam ajudar na formulação de estratégias para deixar o robô mais rápido, bem como para definir qual seria o melhor trajeto para cumprir a missão.

Em seguida resgatei com os estudantes as questões respondidas anteriormente para identificar os conhecimentos prévios a respeito dos conceitos da Física trabalhados na intervenção (APÊNDICE D). Apesar de o livro didático utilizado pela escola (BARROS; PAULINO, 2015) não fornecer respostas diretas às situações trazidas, foi possível mostrar para a turma como o conteúdo abordado na seção sobre Mecânica (páginas 35-48) se aplicava para solucionar as questões levantadas.

Também foi possível perceber que muitos estudantes já tinham uma noção sobre os conceitos de movimento, referencial e velocidade, baseados na sua própria experiência de vida. Um aluno comentou, por exemplo, que tinha o hábito de ficar observando as placas de marcação de quilometragem na estrada, então verificava a velocidade no velocímetro do carro da família e assim tentava estimar o tempo que levaria até destino. Este comentário resultou em uma maior participação da turma. Os alunos foram relatando suas vivências e fazendo perguntas, as quais, muitas vezes, eram respondidas pelos próprios colegas. Nesse momento, meu papel foi de mediador, conduzindo os assuntos e retificando, por meio da reflexão, os entendimentos equivocados.

Dessa forma procurei aplicar os princípios incentivados por Pozo e Echeverría (1988) quando defendem que é necessário ajudar os estudantes a desenvolverem uma atitude de investigação, aguçando sua curiosidade e incentivando a autonomia. Por isso, as questões levantadas (APÊNDICE D) e a resolução da situação problema (APÊNDICE F) tiveram como finalidade implicar um processo de reflexão, de tomada de decisões. Adotando esse tipo de atitude, os alunos habituem-se a determinar, por si próprios, respostas às questões que os inquietam, sejam elas questões escolares ou da vida cotidiana, em vez de esperarem uma resposta já pronta dada pelo professor ou pelo livro didático.

#### 8º Encontro (2 horas)

Nesse dia, as equipes realizaram as atividades experimentais que antecederam o desafio final proposto na situação problema (APÊNDICE F) com os robôs que foram montados e programados. Nesse contexto, busquei aplicar os

pressupostos das autoras Carvalho et al. (1998), que defendem que as atividades experimentais investigativas devem ser bem fundamentadas, ou seja, os alunos precisam saber claramente o motivo da investigação do fenômeno que a eles é apresentado. Ao explorar as hipóteses, por meio de atividades experimentais, eles teriam condições não apenas de manipular ou observar, mas também de refletir, discutir, explorar e relatar, caracterizando assim uma investigação científica.

Dessa forma, novamente realizamos a leitura da situação problema (APÊNDICE F), na qual estavam descritos os procedimentos para a execução dos experimentos. Logo após, foi apontado qual seria o objetivo de cada ensaio, o que deveria ser observado, bem como os métodos para a coleta dos dados. Abaixo segue a sequência das atividades realizadas, os conceitos explorados, alinhados com o que foi trabalhado nas aulas de Ciências com base no livro didático (FIGURA 6) e os objetivos propostos.

Figura 6 - Capítulo do livro didático que aborda os conceitos explorados



Fonte: Barros e Paulino (2015, p. 35-36).



Experimento 1: Marcação e medição dos pontos de referência para a coleta de dados na pista de testes.

Materiais: cartolina, canetas de marcação permanente de diversas cores e régua graduada de 100 cm.

Conceitos explorados: posição, referencial, unidades de medida de comprimento e seus múltiplos e submúltiplos.

Objetivo: Realizar a marcação do trajeto que o robô deveria fazer, bem como os pontos de coleta de dados solicitados no próximo experimento.

Nessa atividade solicitei aos grupos que juntassem as duas cartolinas para a confecção da pista de testes. Após, orientei a turma a desenhar a pista, fornecendo suas dimensões: a primeira reta deveria medir 1,0 metro e a reta perpendicular 0,30 metro. Foram estabelecidos três pontos para coleta de dados, marcados a cada 0,25 metros em relação ao ponto de partida, bem como as posições inicial e final do trajeto (FIGURA 7).

Durante a execução da marcação dos pontos indicados, foi possível reforçar os conceitos de referencial e posição, salientando para as equipes sobre a importância da determinação de um referencial de partida e de chegada. Além disso, foi possível explorar a utilização de múltiplos e submúltiplos para medição de distâncias, visto que na descrição do experimento foram fornecidos os valores do trajeto e dos pontos de medição em metros e a régua utilizada tinha a graduação em centímetros. Ainda foram realizadas comparações com situações do cotidiano que podiam ser aplicadas a esses conceitos, tais como a informação de indicação de distância entre cidades em uma rodovia.

Figura 7 - Equipes realizando o primeiro experimento



Fonte: Do autor (2017).

Experimento 2: Realização de testes com o robô construído e tomada de tempo nos pontos de referência da pista.

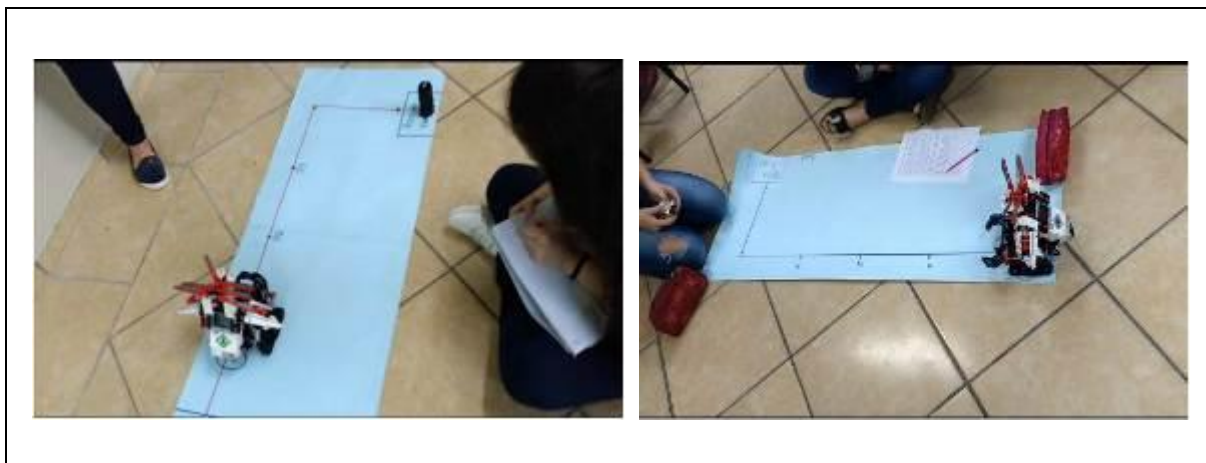
Materiais: Robô montado e programado, cronômetro (do celular), material para anotação dos dados coletados.

Conceitos explorados: posição, referencial, movimento e velocidade.

Objetivos: submeter o robô aos testes na pista, coletar os dados, estimar o tempo da missão final solicitada na situação problema (APÊNDICE F) e realizar os ajustes na montagem e programação a fim de deixar o robô mais eficiente.

Nessa atividade (FIGURA 8) as equipes puderam testar os robôs construídos na pista semelhante a que seria utilizada na missão final. Por meio desse experimento, foi possível explorar ainda mais os conceitos de referencial e posição, exemplificando suas aplicações práticas à medida que os alunos coletavam os dados enquanto o robô passava pelos pontos marcados. Também as concepções de movimento e velocidade foram reforçadas tanto por meio da observação, como também da análise das informações coletadas. Além do registro e análise dos dados, solicitei que as equipes realizassem os cálculos da velocidade do Robô em cada ponto de referência e em todo o trajeto. Com isso foi possível elaborar uma tabela e um gráfico demonstrando o desempenho do robô, que será apresentado na seção de análise de dados.

Figura 8 - Segundo experimento



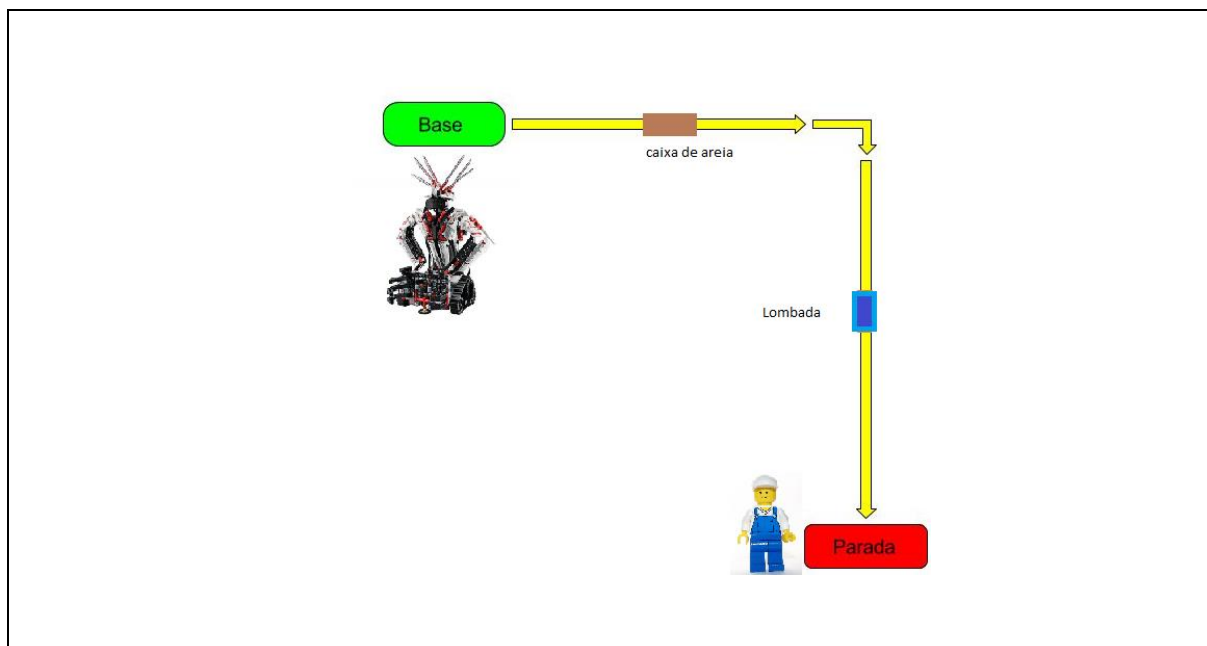
Fonte: Do autor (2017).

### 9º Encontro (2 horas)

Nesse dia, proporcionei um tempo para que as equipes pudessem colocar em prática os ajustes na montagem ou programação dos robôs para a realização do desafio final proposto na situação problema (APÊNDICE F). Também pude verificar se todos os grupos conseguiram concluir a análise de dados das atividades experimentais da aula anterior, bem como os cálculos, tabelas e gráficos. Para a realização dos cálculos, salientei novamente como referencial teórico o livro didático da disciplina de Ciências que estava sendo trabalhado com a turma. E lembrei a todos que esse material produzido deveria ser entregue em forma de relatório conforme combinado anteriormente.

Concluídos os ajustes, realizei um sorteio entre as equipes para definir a ordem para a submissão dos robôs ao desafio. Conforme descrito na situação problema (APÊNDICE F), o desafio proposto era fazer o robô andar em linha reta em um percurso de 2,5 metros; após fazer um giro de 90° à direita; e andar por mais 2,3 metros (FIGURA 9). A maior parte desse percurso foi sobre uma superfície lisa e com boa aderência, mas houve um trecho onde o robô passou por uma superfície arenosa. Também havia uma rampa de aproximadamente 15° semelhante a uma lombada, que o robô precisou passar para cumprir a missão. Chegando ao local indicado, o robô deveria ficar parado por 3 segundos, pegar um boneco e retornar à base, realizando todo o trajeto no menor tempo possível.

Figura 9 - Desafio da situação problema



Fonte: Do autor (2017).

Definida a ordem, as equipes foram realizando o desafio (FIGURA 10) conforme foi estabelecido. Para realizar o controle do tempo e a observação das regras definidas, solicitei a ajuda da professora de Ciências que atuou como “auditora do desafio”. Foi interessante notar as diferentes estratégias das equipes para realizar o trajeto no menor tempo possível. Comentarei mais a respeito na seção de análise de dados deste estudo. Nesse momento, cabe ressaltar que as cinco equipes conseguiram efetuar o desafio, sendo que uma delas se destacou, conseguindo realizar o desafio no menor tempo.

Figura 10 - Equipes submetendo o robô ao desafio



Fonte: Do autor (2017).

### 10º Encontro (2 horas)

No início deste encontro, agradei e elogiei o empenho que a maioria dos alunos demonstrou ao participar das atividades propostas. Nesse dia entreguei uma pequena lembrança para a equipe que conseguiu realizar o desafio no menor tempo. Também agradei à professora titular da disciplina de Ciências, que esteve presente em todos os momentos, por ter cedido o tempo de suas aulas, ressaltando a importância de seu apoio perante a turma.

Foi realizada uma apresentação oral dos relatórios elaborados pelas equipes durante a construção e programação dos Robôs, e uma reflexão sobre a aplicação dos conceitos da Física, tanto na montagem quanto na execução do desafio. Reforcei que o estudo da Física é fundamental para o êxito de qualquer projeto de construção e, por isso, é a base de todas as profissões que envolvem tecnologia, tais como as que fazem uso da Robótica.

Para concluir, realizei uma roda de conversa com os estudantes em que solicitei que os grupos falassem sobre suas estratégias para realizar o desafio, bem como sobre o que tinha dado certo e errado. Pedi também para que relatassem informalmente do que tinham gostado e o que poderia ser melhorado nessa prática. Incentivei todos a continuarem querendo aprender mais sobre a Física, visto que puderam perceber o quanto essa disciplina pode ajudar a compreender o mundo ao nosso redor. Após, pedi para que respondessem o questionário final de avaliação das atividades de Robótica (APÊNDICE G), concluindo assim a Intervenção Pedagógica.

## 4 DISCUSSÕES E ANÁLISES DOS DADOS

Este capítulo trata da análise dos dados coletados ao longo desta pesquisa realizada com os alunos do nono ano da EMEF localizada na cidade de Lajeado-RS, e está organizada em três categorias, definidas a partir dos objetivos desta pesquisa. São elas:

- As concepções desenvolvidas pelos alunos sobre a disciplina de Ciências (nível de afinidade, importância para formação e participação em atividades ativas);
- Conhecimentos prévios dos conceitos da Física;
- Contribuições da Robótica Educacional para a introdução da Física no Ensino Fundamental.

Cabe ressaltar que, para realizar a descrição dos dados obtidos, aproximei-me dos pressupostos da Análise Textual Discursiva (MORAES; GALIAZZI, 2006). Busquei organizar as constatações por meio da construção de categorias, a fim de obter uma visão mais abrangente acerca do problema desta pesquisa que analisa a seguinte questão: “Como a Robótica Educacional pode contribuir para introduzir os conceitos da Física no nono do Ensino Fundamental em uma escola pública?”. Dessa forma, o processo da Análise Textual Discursiva me auxiliou a elaborar as estruturas das categorias, que, uma vez transformadas em textos, possibilitaram novas formas de compreensão do fenômeno investigado.

#### **4.1 Categoria 1- Concepções desenvolvidas pelos alunos sobre a disciplina de Ciências**

A primeira parte desta seção visa responder ao objetivo “conhecer as concepções construídas pelos alunos do nono ano sobre a disciplina de Ciências trabalhada ao longo do Ensino Fundamental”. Para tanto, utilizei os dados obtidos com a aplicação do questionário inicial (APÊNDICE C).

Esse levantamento de dados teve como finalidade compreender qual a concepção dos alunos participantes deste estudo acerca da disciplina de Ciências, e se a consideram relevante para sua formação. Por meio das respostas fornecidas foi possível identificar as dificuldades que os alunos tiveram ao estudar essa disciplina; verificar a participação em experimentos ou aulas práticas e coletar algumas sugestões para o desenvolvimento dos tópicos abordados ao longo do Ensino Fundamental. Na análise desse instrumento os alunos não foram identificados nominalmente. Foram nomeados de A1 a A20, a fim de preservar suas respectivas identidades.

As quatro questões respondidas pelos alunos foram: 1) Você gosta da disciplina de Ciências? Por quê?; 2) Você considera esta disciplina importante para sua formação? Justifique sua resposta; 3) Aproximadamente quantas vezes você realizou experimentos ou outra atividade prática nas aulas de Ciências no decorrer do Ensino Fundamental? Comente como foi e sua opinião sobre a atividade realizada; 4) O que você acha que poderia ser melhorado nas aulas de Ciências nas escolas? E o que poderia continuar acontecendo?

A partir do levantamento de dados realizado através das respostas fornecidas pelos alunos no questionário inicial, foi possível inferir algumas considerações que podem auxiliar a compreender o que pode ser feito para que o ensino de Ciências venha a ser significativo e cativante na percepção dos estudantes.

A primeira pergunta questionava o interesse dos alunos pela disciplina, com intuito de descobrir se eles se sentiam motivados para o aprendizado. A grande maioria indicou (19 alunos, num total de 20) indicou possuir interesse na disciplina, salientando principalmente o aspecto prático da aprendizagem que torna seu estudo mais interessante, assim como pode ser observado nas respostas de A5 e A7 (FIGURA 11).



Figura 11 - Respostas de A5 e A7 para a pergunta 1

1 - Você gosta da disciplina de Ciências? Por quê?

Sim, pois é algo no qual me fascino por cada ponto aprendido e também é algo que poderá ser usado mais adiante em minha vida.

1 - Você gosta da disciplina de Ciências? Por quê?

Sim, porque ciências no ensino é o que precisamos saber no dia-a-dia.

Fonte: Do autor (2017).

As respostas fornecidas revelam uma harmonia com o que é incentivado pelos PCNs sobre o ensino de Ciências em nível fundamental:

Mostrar a Ciência como um conhecimento que colabora para a compreensão do mundo e suas transformações, para reconhecer o homem como parte do universo e como indivíduo, é a meta que se propõe para o ensino da área na escola fundamental. A apropriação de seus conceitos e procedimentos pode contribuir para o questionamento do que se vê e ouve, para a ampliação das explicações acerca dos fenômenos da natureza, para a compreensão e valoração dos modos de intervir na natureza e de utilizar seus recursos, para a compreensão dos recursos tecnológicos que realizam essas mediações, para a reflexão sobre questões éticas implícitas nas relações entre Ciência, Sociedade e Tecnologia (BRASIL, 1998, p. 21-22).

Os PCNs (BRASIL, 1998) ainda ponderam que o conhecimento sobre como a natureza se comporta e como a vida se processa, contribui para o aluno se posicionar com fundamentos acerca de questões que envolvem toda a sociedade, e orientar suas ações de forma mais consciente. Assim, as respostas desses alunos permitem inferir que a escola está buscando cumprir seu papel no sentido de promover a reflexão acerca dos conteúdos desenvolvidos na disciplina de Ciências e suas relações com a sociedade e o mundo do trabalho.

Cabe ressaltar que em três respostas foi salientada a importância da disciplina de Ciências para a escolha de uma futura profissão (A1, A4 e A19). Assim pude constatar que esses alunos provavelmente apreciam a disciplina, pois conseguem, mesmo que de forma restrita, perceber aplicação prática dos conteúdos, relacionando-os com seu futuro profissional (FIGURA 12).



Figura 12 - Respostas de A1, A4 e A19 para a pergunta 1

1 - Você gosta da disciplina de Ciências? Por quê?

A disciplina de Ciências para mim  
representa o tipo de faculdade que quero  
fazer, então particularmente gosto demais.

1 - Você gosta da disciplina de Ciências? Por quê?

Sim, pois acho uma matéria diferen-  
te de todas as outras, e acho que ela  
é importante para qualquer profissão  
que desejamos seguir.

1 - Você gosta da disciplina de Ciências? Por quê?

Sim, gosto muito do interesse pelos conteúdos, pela matéria  
em si, e também está de grande ajuda para a profissão que  
desejo seguir.

Fonte: Do autor (2017).

Ao analisar as respostas desta primeira questão, percebi que a maioria dos estudantes afirmou gostar da disciplina de Ciências, e essa afinidade pode ter origem em diversos fatores: a comparação com outras disciplinas com que eles tenham menos afinidade, uma aula marcante que gerou uma aprendizagem significativa, a metodologia utilizada pelo professor, a participação em um curso ou oficina, dentre outros. Quando um aluno gosta de uma determinada área ou disciplina, há uma maior motivação. Esta, por sua vez, acaba resultando em um melhor desempenho escolar do aluno, o que gera ainda mais afinidade deste com a disciplina (TAPIA; MONTERO, 2003).

É importante mencionar dois casos específicos. Os alunos A6 e A10 salientaram a dificuldade em compreender os assuntos abordados, como motivo da falta de interesse na disciplina, conforme pode ser observado nas suas respostas (FIGURA 13).

Figura 13 - Respostas de A6 e A10 para a pergunta 1

1 - Você gosta da disciplina de Ciências? Por quê?

*Até que eu gosto um pouco, mas não entendo o que a professora explica*

1 - Você gosta da disciplina de Ciências? Por quê?

*Na verdade gostava, mas com as aulas o estudo ficou mais intenso e perdi o interesse*

Fonte: Do autor (2017).

Neste caso, as dificuldades citadas podem ser causadas por diversos motivos, que caberiam em uma investigação mais profunda a fim de apontar suas causas. De acordo com Rocha e Vasconcelos (2016), as dificuldades de aprendizagem fazem parte do contexto educacional brasileiro e, muitas vezes, a escola não trata essas dificuldades de forma apropriada. Os autores afirmam ainda que identificar as causas não é uma tarefa fácil, e realizar ações pertinentes no sentido de solucionar o problema envolve mudanças de postura por parte do professor, da escola e de todo o sistema de ensino.

A segunda questão indagava acerca da importância do estudo da disciplina de Ciências (FIGURA 14) e quase a totalidade dos alunos (19 de 20) respondeu que a considera importante para sua formação. Foi novamente mencionada a aplicação das aprendizagens no desempenho de sua futura profissão, sendo esse o motivo mais apontado (A3, A4, A13, A15, A18, A19). Cabe destacar também a resposta de alguns estudantes que descreveram como a disciplina pode contribuir para o entendimento do universo e da vida em geral, bem como sua ligação com outras áreas do conhecimento (A1, A12, A14).

Figura 14 - Respostas de A1, A3, A14 e A15 para a pergunta 2

2 - Você considera esta disciplina importante para sua formação? Justifique sua resposta.

Sim, bastante. Principalmente pela profissão (formação) que pretende seguir nos seus estudos, conhecimentos de ciência. E também é um aprendizado que levo para a vida.

2 - Você considera esta disciplina importante para sua formação? Justifique sua resposta.

Sim, pois com ela aprendo diversas coisas e dependendo do que quiser usar para vida esta matéria pode ser muito utilizada e importante.

2 - Você considera esta disciplina importante para sua formação? Justifique sua resposta.

Sim! Porque no ensino médio, tem biologia, física e ciências, tudo ~~separado~~ separado. Então é bem importante para o futuro.

2 - Você considera esta disciplina importante para sua formação? Justifique sua resposta.

Sim, pois temo todas as matérias nela temo a Matemática nos cálculos, geografia, história etc. É com ela que aprendemos sobre o sistema solar, sobre nosso corpo, formulas; ~~outras~~

Fonte: Do autor (2017).

O fato de os estudantes mencionarem em suas respostas que a disciplina de Ciências pode contribuir para o entendimento do mundo e que os temas abordados estão relacionados com outras áreas do conhecimento vai ao encontro do argumento encontrado nos PCNs (BRASIL, 1988), que destacam potencial para se desenvolver a interdisciplinaridade ou a multidisciplinaridade, integrando vários eixos e temas transversais.

A terceira questão interrogava sobre a realização de experimentos ou se os estudantes haviam participado de alguma atividade prática relacionada ao conteúdo



trabalhado ao longo do Ensino Fundamental. Quase metade dos alunos (9 de 20) afirmou não ter participado de atividades práticas ou experimentos nas aulas de Ciências. Em grande parte dos relatos (FIGURA 15) os alunos referiram-se a um experimento realizado com argila, simulando a erupção de um vulcão. Foram mencionados ainda os experimentos da fotossíntese e da purificação de água, utilizando pedras e areia (A1, A5, A6, A13 e A14).

Figura 15 - Respostas de A1, A5, A6, A13 e A14 para a pergunta 3

3- Aproximadamente quantas vezes você realizou experimentos, ou outra atividade prática nas aulas de Ciências no decorrer do Ensino Fundamental? Comente como foi e sua opinião sobre a atividade realizada.

Algumas vezes. Eu gostei porque meia idá uma experiência  
melhor saber o conteúdo (no momento em que estudado).

3 - Aproximadamente quantas vezes você realizou experimentos, ou outra atividade prática nas aulas de Ciências no decorrer do Ensino Fundamental? Comente como foi e sua opinião sobre a atividade realizada.

Que eu me lembro, tem o vulcão e o experi-  
mento com pedra areia e água (que colocamos  
numa garrafa e saiu água limpa) e fotossíntese.

3 - Aproximadamente quantas vezes você realizou experimentos, ou outra atividade prática nas aulas de Ciências no decorrer do Ensino Fundamental? Comente como foi e sua opinião sobre a atividade realizada.

Pode se dizer que duas, sobre vulcão, onde apresentamos  
todas as quantidades iniciais e finais da erupção.  
E, consequentemente sobre o esquema de fotossíntese das folhas  
conhecendo o clorofila, CO<sub>2</sub> e H<sub>2</sub>O.

3 - Aproximadamente quantas vezes você realizou experimentos, ou outra atividade prática nas aulas de Ciências no decorrer do Ensino Fundamental? Comente como foi e sua opinião sobre a atividade realizada.

Não houve muitos experimentos se não me engano  
fizemos um vulcão e trabalhamos sobre água e fotossíntese  
fizemos mais apresentações de pesquisas.

(Conclusão)

3 - Aproximadamente quantas vezes você realizou experimentos, ou outra atividade prática nas aulas de Ciências no decorrer do Ensino Fundamental? Comente como foi e sua opinião sobre a atividade realizada.

fizemos uma vez um vulcão e foi muito interessante porque depois de ver como o vulcão trabalha

Fonte: Do autor (2017).

Pode-se observar, nos comentários dos alunos que realizaram os experimentos, que eles consideraram interessantes as atividades, pois puderam notar a aplicação prática do conteúdo que estava sendo estudado e isso facilitou o aprendizado. Essa percepção vai ao encontro das palavras de Fourez (2008), quando coloca:

Que a experimentação desperta um forte interesse entre alunos de diversos níveis de escolarização, não é novidade, afinal de contas, é admirável aprender Ciências vendo-a em ação. Desse modo, atividades experimentais bem planejadas e executadas, que não se destinem somente para demonstrar aos alunos leis e teorias, mas que se dediquem também a propiciar uma situação de investigação, constituem momentos extremamente ricos nos processos de ensino e de aprendizagem. Não tem mais sentido pensar em aprender Ciências através de aulas meramente descritivas, ligadas à memorização, sem relação com a prática diária do aluno (FOUREZ, 2008, p. 118).

O autor defende que todo experimento como fonte de aprendizado torna-se ainda mais relevante quando os alunos participam na sua confecção e realizam por si mesmos as ações, discutindo os resultados e compartilhando suas conclusões. Assim, as aulas práticas devem fazer parte de uma sequência didática que envolva exposições teóricas, registros dos alunos e confrontações de ideias.

Além disso, vários experimentos, como os que foram mencionados pelos alunos, não dependem de equipamentos de alta tecnologia. Com material alternativo ou de baixo custo também é possível realizar atividades significativas e marcantes que levam à construção de conceitos fundamentais. Nesse sentido, são relevantes até mesmo as observações de fenômenos no pátio da escola, nos parques públicos ou no próprio bairro.

Finalmente, a quinta pergunta teve o propósito de averiguar sugestões de melhorias e quais as práticas pedagógicas que poderiam continuar ocorrendo nas

aulas, de acordo com a percepção dos estudantes. Em grande parte das respostas (16 de 20), os alunos descreveram que poderia haver mais experimentos, aulas práticas e saídas a campo. Em algumas respostas, inclusive foi mencionado que essas atividades poderiam favorecer o aprendizado, deixando as aulas mais dinâmicas e atrativas (FIGURA 16):

Figura 16 - Respostas de A3, A7, A12, A17 e A19 para a pergunta 04

4 - O que você acha que poderia ser melhorado nas aulas de Ciências nas escolas? E o que poderia continuar acontecendo?

Na minha opinião está bom. Mais experimentos, atividades que mostrem o conteúdo mais de uma forma mais "legal"

4 - O que você acha que poderia ser melhorado nas aulas de Ciências nas escolas? E o que poderia continuar acontecendo?

Podem fazer mais dinâmica e mais conteúdo também com as aulas práticas

4 - O que você acha que poderia ser melhorado nas aulas de Ciências nas escolas? E o que poderia continuar acontecendo?

Acho que deveriam sair mais da escola e fazer coisas do tipo passeios de estudos, caminhadas e etc.

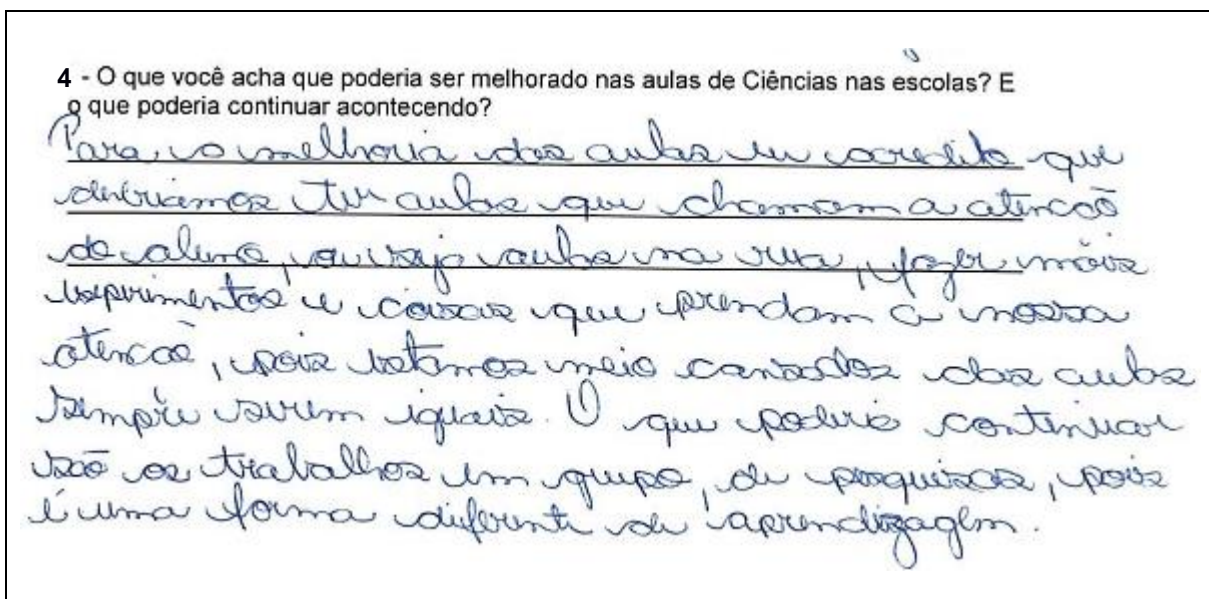
4 - O que você acha que poderia ser melhorado nas aulas de Ciências nas escolas? E o que poderia continuar acontecendo?

Acho que deveriam fazer experimentos não somente na escola mas também em laboratórios. Gosto das aulas de ciências, acho que temos potencial na nossa turma mas muitos dos professores não sabem estimular.

(Continua...)



(Conclusão)



Fonte: Do autor (2017).

Ao analisar as respostas dos alunos, verifiquei sugestões pertinentes que revelam a necessidade de uma mudança na abordagem dos conteúdos. Algumas recomendações destacam a importância da diversificação das aulas: “... *deveríamos ter aulas que chamem a atenção do aluno, ou seja, aula na rua, fazer mais experimentos, coisas que prendam a nossa atenção, pois estamos meio cansados das aulas sempre serem iguais*” (A12); “...*atividades que mostrem o conteúdo, mas de uma forma mais legal*” (A3); “*Acho que deveríamos sair mais da escola e fazer coisas do tipo passeios de estudo, caminhadas etc.*” (A17).

Por meio das opiniões apresentadas, é possível perceber a necessidade de se ampliar o desenvolvimento e execução de atividades que oportunizem para os alunos uma participação ativa nas aulas de Ciências. Cabe ressaltar que, apesar das atividades experimentais receberem um notável destaque, não é simplesmente a adoção dessas atividades que vai garantir melhorias no aprendizado do aluno. Elas precisam ser bem conduzidas, num enfoque de investigação, relacionando conceitos, procedimentos e atitudes para que sejam realmente significativas (GIANI, 2011).

Ao realizar a análise dos dados desta categoria, foi importante perceber que a maioria dos estudantes tem uma boa afinidade com a disciplina de Ciências, contrariando minha percepção inicial, pois acreditava que grande parte dos alunos manifestaria desinteresse em função da própria metodologia aplicada nas aulas no

decorrer do Ensino Fundamental. Assim, mesmo que essas aulas não favoreçam uma participação mais ativa, posso inferir que os alunos gostam dos temas abordados, pois conseguem perceber a aplicação prática no seu cotidiano e acham a disciplina fundamental para sua formação.

Assim, há um grande potencial a ser explorado, pois essa análise indica que os alunos têm interesse em aprender e podem ser incentivados a buscar respostas por meio de situações-problema bem elaboradas. Cabe destacar a crítica levantada sobre a falta de diversificação das metodologias de ensino utilizadas ao longo do Ensino Fundamental, e como uma atividade experimental bem conduzida pode ser marcante e favorecer o processo de aprendizagem. Essa análise revelou que os estudantes, de modo geral, apreciam as práticas, pois estas oportunizam uma participação ativa, contrapondo a ênfase conteudista e transmissiva aplicada na maior parte das aulas.

Essa reflexão fornece subsídios para fundamentar a proposta deste estudo, que buscou trabalhar os temas introdutórios do ensino da Física aplicando os pressupostos teóricos da Resolução de Problemas e das Práticas Experimentais Investigativas apoiadas na Robótica Educacional. Por meio das atividades realizadas, os estudantes tiveram oportunidade de participar de aulas diversificadas. Ao contrapor metodologias mais dinâmicas a metodologias em que os estudantes assumem um papel passivo em relação ao seu aprendizado, foi possível verificar o engajamento e a satisfação dos alunos.

Isso posto, creio que o objetivo específico “Conhecer as concepções construídas pelos alunos do nono ano sobre a disciplina de Ciências trabalhada ao longo do Ensino Fundamental”, foi contemplado por meio da composição e do desenvolvimento desta categoria.

#### **4.2 Categoria 2- Conhecimentos prévios dos conceitos da Física**

Esta categoria emergiu da análise dos materiais produzidos pelos alunos, referentes às atividades para identificar conhecimentos prévios sobre conceitos da Física trabalhados na intervenção (APÊNDICE D) e das respostas às questões



introdutórias ao ensino de Física por meio da Robótica (APÊNDICE E) que foram aplicadas no segundo e terceiro encontros da intervenção pedagógica.

O Apêndice D contém uma série de questões envolvendo os tópicos de Física que já tinham sido trabalhados anteriormente com a turma, pela professora de Ciências. Cabe mencionar que a professora abordou esses conteúdos utilizando a metodologia a que estava mais habituada, ou seja, com aulas expositivas baseadas no livro didático e realizando alguns trabalhos em grupo, em que os alunos estudavam os tópicos e depois socializavam entre a turma.

Dessa forma, esta categoria traduz o início da intervenção pedagógica, em que foi possível avaliar se conceitos da Física, que seriam trabalhados com o apoio da Robótica Educacional, precisavam ser reforçados ou mesmo reconstruídos. Os tópicos específicos abordados foram: Referencial, Movimento, Velocidade e suas unidades correspondentes de acordo com o SI (Sistema internacional de Unidades).

As questões do Apêndice E interrogavam sobre como os conceitos de posição, movimento e velocidade podiam ser observados no cotidiano. A análise do material produzido por meio desse instrumento permitiu verificar se os estudantes conseguiriam, em conjunto com colegas e familiares, mobilizar conhecimentos e experiências anteriores para solucionar as questões apresentadas. Ressalto que esse movimento de construção se deu sob a orientação do seguinte objetivo específico deste estudo: “Identificar os conhecimentos prévios dos alunos sobre os conceitos da Física abordados na intervenção”.

Cabe mencionar que todo esse percurso teve como sustentação os pressupostos de Zabala (2015), aplicando o modelo construtivista nos processos de ensino e aprendizagem. O autor destaca a importância de levar em consideração as contribuições dos alunos tanto no início quanto no transcurso das atividades. Dessa forma, identificar os interesses, motivações, comportamentos e habilidades foi fundamental para estabelecer vínculos entre as novas aprendizagens e os conhecimentos prévios dos estudantes.

Através dos exercícios e atividades que constam nos Apêndices D e E busquei conhecer as concepções construídas pelos alunos sobre os assuntos abordados, para, posteriormente, articular os conhecimentos demonstrados, com a

proposta deste estudo, qual seja, abordar conceitos da Física com o apoio da Robótica Educacional.

A título de organização da análise, apresento primeiramente uma consideração acerca dos conhecimentos prévios sobre referencial, posição e movimento, e, na sequência, as principais significações para velocidade e suas respectivas unidades.

#### **4.2.1 Conhecimentos prévios sobre Referencial, Posição e Movimento**

Esta análise emergiu das respostas registradas pelos estudantes na primeira questão do Apêndice D e na apresentação coletiva das respostas da primeira e da segunda questão do Apêndice E.

Em face do exposto, considero relevante, para o desenvolvimento desta subcategoria, resgatar como foram desenvolvidas essas atividades com a turma. No segundo encontro entreguei para cada aluno as questões sobre os assuntos que seriam abordados na intervenção (APÊNDICE D), mencionando que eles poderiam descrever as respostas como haviam entendido e, de preferência, com suas próprias palavras, sem o uso do livro ou do caderno. Tentei deixá-los bem à vontade para que resolvessem as questões sem se sentirem pressionados.

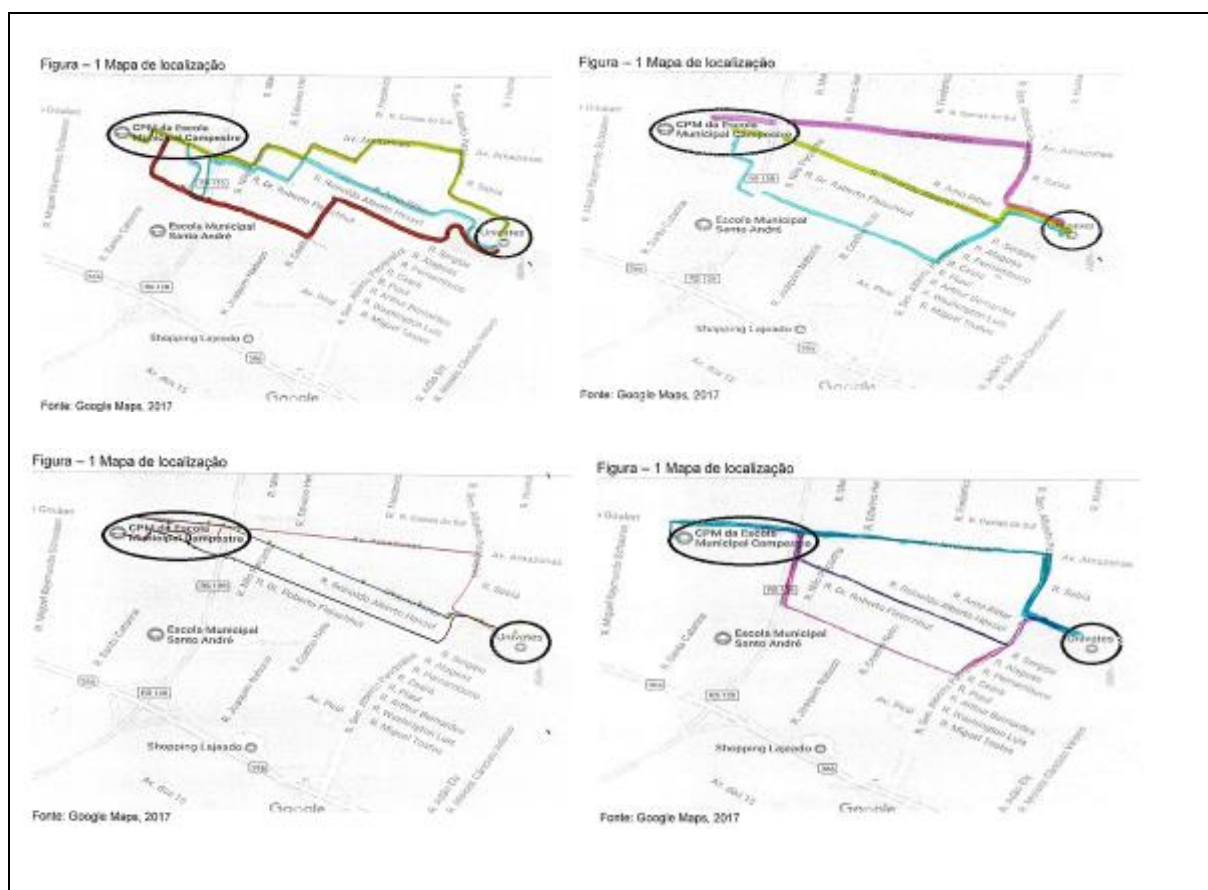
Com relação às questões utilizadas para a introdução dos conceitos de posição, movimento e velocidade (APÊNDICE E), entreguei para cada estudante uma cópia no final do segundo encontro, e mencionei que poderiam respondê-las com o auxílio de seus pais, familiares ou colegas. Visto que as questões abrangiam pontos que buscavam demonstrar a aplicação dos conceitos da Física em situações do cotidiano, acreditei que isso seria um fator motivador para a busca das respostas. Assim, comentei que as contribuições de todos para a solução das questões seriam discutidas na próxima aula.

Após essas considerações preliminares, cabe destacar que o levantamento das respostas fornecidas teve o propósito de verificar o nível de conhecimento dos estudantes sobre os tópicos de Referencial e Posição. Portanto, o objetivo dessa análise foi verificar se os estudantes seriam capazes de aplicar seus conhecimentos

prévios na resolução das questões, bem como identificar a necessidade de reforço desses conceitos. Assim, a primeira questão do Apêndice D buscou verificar se os alunos conseguiriam se localizar com base em um mapa, e escolher os caminhos possíveis para realizar o trajeto solicitado.

A maioria dos estudantes não apresentou dificuldades para realizar a tarefa. Todos fizeram a marcação dos caminhos conforme havia sido orientado na questão (FIGURA 17). Houve apenas uma dificuldade percebida na definição do ponto de partida e chegada. Alguns alunos, por exemplo, não observaram o detalhe da posição exata da Escola (ponto de partida) e da Univates (ponto de chegada) na quadra, conforme apresentado no mapa.

Figura 17 - Marcação dos caminhos: questão 01 (A3, A11, A15, A17)



Fonte: Do autor (2017).

Nessa atividade foi possível perceber que grande parte dos alunos possui uma razoável noção sobre localização e leitura de mapas, conseguindo, assim aplicar nessa situação prática o conceito de posição. Segundo Andrade (2013), de forma simplificada, o conceito de posição pode ser descrito como a localização de

um corpo a partir de um determinado referencial. Apesar de não estarem explicitamente definidos como posição inicial e posição final, pude perceber que os estudantes conseguiram naturalmente fazer essa correlação com os locais de partida e de chegada.

Logo após realizar a marcação dos caminhos, os alunos foram instigados a determinar qual dos três representaria a menor trajetória, e explicar como haviam chegado a essa conclusão. Neste caso, todos conseguiram identificar corretamente o caminho mais curto entre o ponto de partida e chegada. Foi interessante notar as diferentes justificativas (FIGURA 18) apresentadas na escolha do caminho que representava o menor trajeto. Nove alunos descreveram que haviam *medido com a régua*. Oito alunos explicaram que haviam chegado à conclusão de que era o menor trajeto porque *ele era quase uma reta*. Cinco alunos citaram que *já haviam percorrido o caminho* marcado e por isso sabiam que era o trajeto mais curto.

Figura 18 - Justificativa da escolha do menor caminho

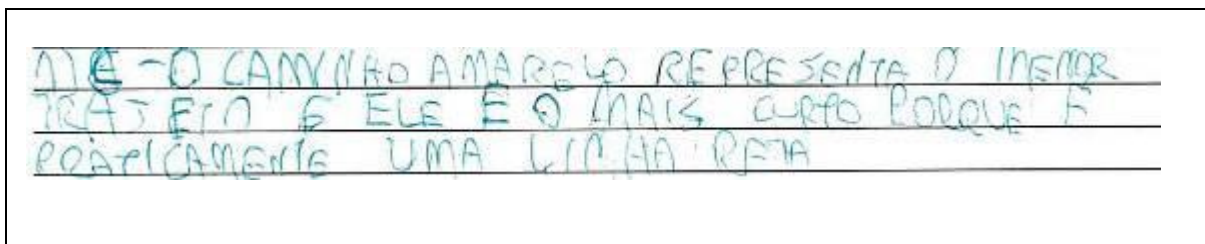
a) Eu medi com a régua e a conclusão é que a trajetória de cima é a menor.

a) Saí do CM do Centro Municipal Comunitário, seguindo a Av. Amazonas, desce a R. Sen. Alberto Pasqualini, chegando então ao seu destino (UNIVERS). Chegamos a conclusão, pois já percorri esse trajeto.

a) Saí do CM da EMEF Comunitária, passando pela Av. Amazonas, seguindo um viaduto a Rua Sen. Alberto Pasqualini, chegando na Univas. Cheguei a essa conclusão pois já percorri esse trajeto.

c. Pela menor distância. Porque nela é praticamente um linha reta. Se seguíssemos uma linha, um um trajeto que não seja, ele não chegaríamos mais rápido do que os outros caminhos.

(Conclusão)



Fonte: Do autor (2017).

Nas respostas apresentadas, é possível perceber a aplicação dos conhecimentos prévios na resolução dessa questão. Os que mediram com a régua puderam demonstrar que um modelo matemático, no qual se faz a soma dos trechos correspondentes em cada rua, pode ser utilizado para chegar a uma conclusão coerente. Os alunos que citaram que o trajeto escolhido era o mais curto em função de ser praticamente uma reta, puderam evidenciar a aplicação do conceito de trajetória e deslocamento, ou seja, comprovaram que o caminho mais curto entre dois pontos foi aquele que se aproximou mais do formato de uma reta.

A aplicação dos conhecimentos prévios baseados na experiência de vida dos alunos também ficou evidente em cinco respostas. Nestas, os alunos justificaram a escolha do menor caminho por já terem percorrido o trajeto. Em uma análise posterior realizada com a turma, essas respostas impulsionaram outras discussões, pois alguns dos caminhos escolhidos não representavam o trajeto mais curto. Apesar de concordarem, os estudantes tentaram justificar sua escolha, argumentando que seria o *caminho mais rápido* em função do menor número de cruzamentos, semáforos e lombadas.

Procurei mostrar que o questionamento se referia especificamente ao trajeto de menor distância, sem considerar o tempo gasto ou o meio de transporte. Nesse momento achei apropriado realizar uma demonstração utilizando o aplicativo *Google Maps* para avaliar o trajeto sugerido, aproveitando que já leva em consideração diversos fatores para definir a melhor rota. Ao realizar esta demonstração, o caminho indicado pelo aplicativo sugeriu um trajeto mais longo, porém naquele instante, o mais rápido em função do tráfego de veículos. Os estudantes puderam perceber que o aplicativo também oferece outras opções quando selecionado outros meios de transporte.

Na sequência, cabe analisar as respostas fornecidas pelos alunos, referentes à segunda questão do Apêndice E. Acho relevante resgatar que os estudantes puderam discutir as respostas com familiares e em grupo, e também consultar o livro didático ou outras fontes de pesquisa, antes de socializar com a turma suas conclusões. A pergunta indagou sobre quais os fatores que eles, juntamente com sua família, levariam em consideração para escolher um caminho ao viajar de carro para uma cidade distante à qual nunca tinham ido. As respostas apresentadas foram: menor distância (18), melhor condição da estrada (15), menor fluxo de veículos (13), caminho que vai gerar maior economia de combustível (03).

Todas as respostas foram coerentes e indicaram que os estudantes têm a capacidade de avaliar os principais fatores para a escolha de um trajeto em uma viagem de automóvel. Na socialização das questões com a turma, cada uma das condições apresentadas serviu como base para reforçar os conceitos relacionados à trajetória, deslocamento e para fazer uma introdução sobre conceitos relativos de tempo e espaço. Além disso, foi possível reforçar a correlação dessas concepções com o desafio proposto nas atividades de Robótica que seriam realizadas.

A segunda questão no Apêndice D perguntou diretamente o que os estudantes entendiam sobre o conceito de movimento. Doze alunos descreveram que movimento *“é o deslocamento de um objeto de um ponto para outro”*. As respostas de A5 e A11 foram um pouco além: *“Uma força exercida sobre o corpo causa a ação de movimento”*; *“Algo que tem sempre um ponto de referência ou variação de localização de um objeto ao longo de um trajeto”*. Cinco estudantes não responderam essa questão.

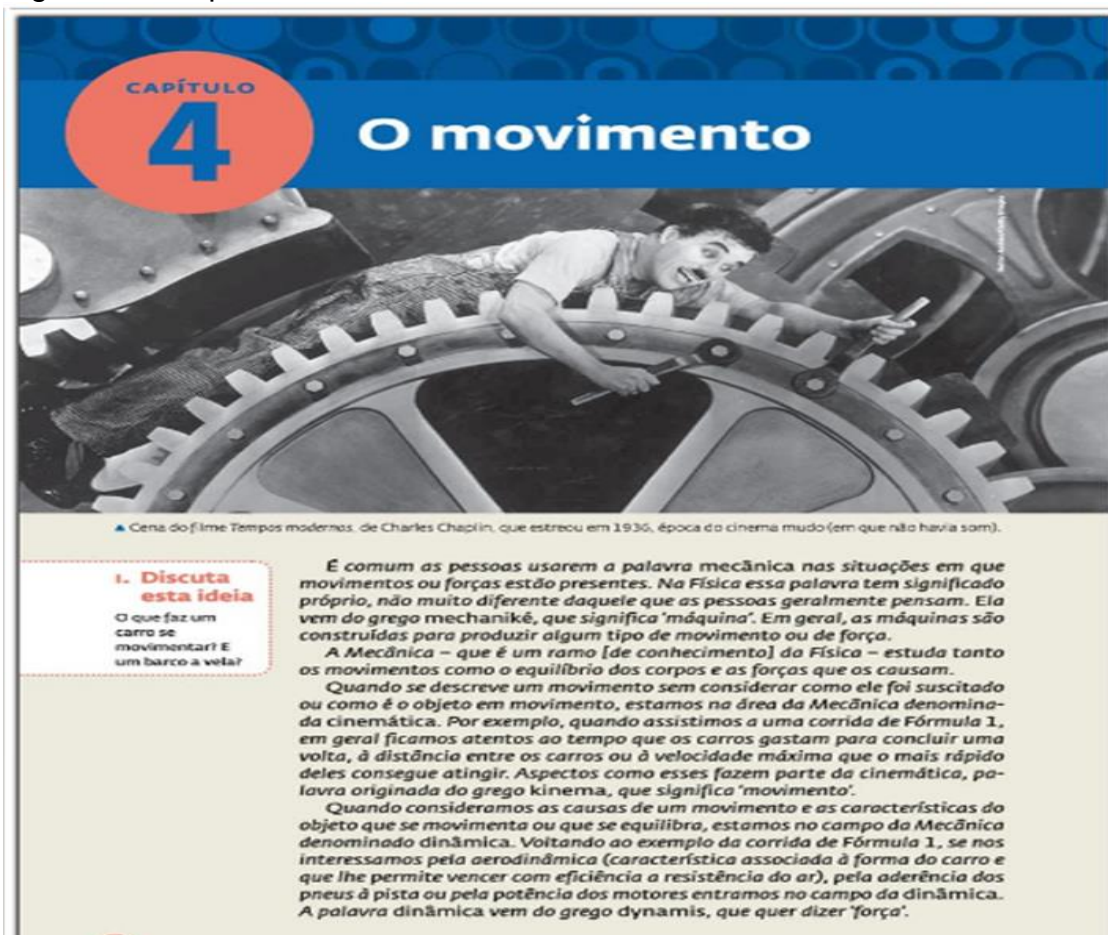
As respostas evidenciaram a necessidade de reforço sobre as concepções construídas sobre o conceito de movimento. Apesar de estar trabalhando concepções iniciais em nível fundamental, percebi que os alunos buscaram simplificar exageradamente a explicação sobre o conceito, provavelmente em decorrência da forma superficial com que o assunto foi trabalhado nas aulas.

Analisando o livro didático (FIGURA 19) adotado pela escola, notei que ele traz uma abordagem simples, mas apropriada, com exemplos que ajudam o estudante a construir o conceito sobre o movimento. Assim, pude utilizá-lo



posteriormente como referencial teórico nas atividades experimentais investigativas com apoio da Robótica Educacional.

Figura 19 - Capítulo do livro didático sobre o conceito de movimento



Fonte: Barros; Paulino (2017).

No momento em que a questão foi socializada com a turma, procurei ajudá-los a construir um conceito mais abrangente acerca do movimento. Utilizei diversos exemplos para demonstrar a questão da relatividade, expondo para a turma que um mesmo corpo pode estar em repouso ou em movimento, dependendo do referencial adotado para análise. Assim, um corpo estará em movimento à medida que ocorre uma mudança de posição em relação ao referencial utilizado, no decorrer do tempo (BARROS; PAULINO, 2015).

Por meio das análises desenvolvidas sobre referenciais, posição e movimento, foi possível identificar que a maioria dos estudantes possui habilidades que os ajudam a correlacionar conhecimentos prévios com situações de seu cotidiano. Mesmo assim, percebi a necessidade de reforçar esses conceitos, auxiliando os alunos em uma construção mais abrangente, principalmente quando

realizam uma descrição textual dos conceitos. Dessa forma, segundo Zabala (2015), como conceitos e princípios são temas abstratos, requerem um ensino que leve à compreensão do significado, a um processo de elaboração mental. Assim, o autor destaca a importância de atividades que possibilitem a valorização dos conhecimentos prévios que asseguram a significância e a aplicação dos conceitos.

#### **4.2.2 Conhecimentos prévios sobre Velocidade e Unidades de Tempo e Distância**

Estas reflexões surgiram a partir da análise das respostas registradas pelos estudantes na quinta e na sexta questão do Apêndice D e na apresentação coletiva das questões três a cinco do Apêndice E. Os resultados apresentados fornecem subsídios para uma avaliação das concepções construídas referentes ao conceito de velocidade escalar e à utilização das unidades de medidas de tempo e distância, bem como seus múltiplos e submúltiplos.

Foi possível também analisar a capacidade dos estudantes de realizarem cálculos simples de velocidade média e instantânea de um objeto, e de fazerem a conversão de unidades de tempo e distância.

Na terceira questão do Apêndice E, os estudantes foram instigados a relatar qual era o seu entendimento sobre os conceitos de velocidade média e instantânea. Acho pertinente resgatar que, para responder as questões do Apêndice E, os alunos foram incentivados a elaborar as respostas em conjunto com familiares, colegas e consultando outras fontes de pesquisa. Assim, deveriam levar as questões para casa e trazer as respostas na aula seguinte, pois seriam socializadas e depois recolhidas, servindo como instrumento de coleta de dados desta análise.

Grande parte das respostas apresentadas (16 de 20) revelou uma transcrição quase exata da definição apresentada no livro didático utilizado nas aulas de Ciências. Mesmo destacando a importância de elaborar as respostas com base no próprio entendimento, sem a preocupação de estar sendo avaliado, acredito que, por mencionar que as questões seriam socializadas, os alunos podem ter ficado receosos de expor suas próprias conclusões.



Mesmo assim, em algumas respostas foi possível perceber o esforço para dar uma explicação menos formal e com base em exemplos práticos, conforme pode ser observado na resposta de A6 (FIGURA 20):

Figura 20 - Resposta de A6 para a questão 3 do Apêndice E

**Descreva qual é o seu entendimento sobre os conceitos de velocidade média e instantânea.**

Velocidade média: é a relação entre o deslocamento de um ponto material e o intervalo de tempo que ele leva para realizar esse deslocamento.  
Velocidade instantânea: é a velocidade marcada em cada instante no velocímetro de um automóvel é chamado velocidade instantânea.

Fonte: Do autor (2017).

Apesar de as respostas fornecidas estarem em conformidade com o referencial teórico, somente foi possível perceber se os estudantes tinham compreendido efetivamente a explicação e a aplicação dos conceitos, no momento em que ocorreu a socialização das questões entre a turma. Embora o conceito de velocidade seja normalmente abordado nos livros didáticos, com exemplos de aplicações práticas, provavelmente as definições encontradas não auxiliam os estudantes a relacionarem esse conceito às inúmeras situações do cotidiano em que se faz uso dele.

Diante disso, procurei utilizar exemplos para contextualizar essas concepções, tais como: *como se pode estimar o tempo de viagem com base na velocidade máxima permitida em uma via e na distância percorrida? Para fazer essa projeção, deve ser utilizado o conceito de velocidade instantânea ou velocidade média? Por que um automóvel não consegue manter sempre a mesma velocidade ao longo de uma viagem? Quando acompanhamos uma competição esportiva, quais são as unidades de medida que representam a rapidez de um atleta ou veículo?*

A partir dessas reflexões expliquei que, apesar de utilizarmos no cotidiano a palavra *velocidade*, referindo-nos à grandeza, que é resultado da divisão de uma unidade de distância por uma unidade de tempo, em Física esse conceito está associado à *rapidez*, pois a velocidade é uma grandeza vetorial, que tem módulo,

direção e sentido. Segundo Hewitt:

Quando conhecemos tanto a rapidez quanto a orientação do movimento de um objeto, conhecemos sua velocidade. Por exemplo, se um carro se desloca a 60 km/h, conhecemos sua rapidez. Mas se dissermos que ele se move a 60 km para o norte, estaremos especificando sua velocidade. A rapidez é a medida de quão rápido ele é; a velocidade significa quão rápido e em que direção e sentido (orientação). Uma grandeza tal qual a velocidade, que especifica a orientação juntamente com o valor absoluto (módulo), é chamada de grandeza vetorial (HEWITT, 2015, p. 42).

Assim, procurei mostrar para a turma que o conceito de velocidade ainda seria abordado de forma mais abrangente no Ensino Médio, quando poderiam aprofundar esse conceito, estudando e compreendendo acerca das grandezas escalares e vetoriais.

A fim de verificar se os estudantes seriam capazes de efetuar alguns cálculos necessários para o desenvolvimento das atividades de Robótica, apliquei algumas questões problematizadoras (APÊNDICE E, questões 3-8) envolvendo a aplicação de fórmulas e modelos matemáticos já estudados. A maioria dos alunos (15 de 20) conseguiu efetuar os cálculos corretamente. Assim, foi necessário reforçar apenas alguns aspectos relacionados à interpretação correta do problema e à identificação das informações necessárias para a resolução.

Em relação aos conhecimentos prévios sobre as unidades de tempo e comprimento, foi possível perceber a necessidade de reforço, principalmente quanto ao uso correto das unidades de medidas de comprimento, superfície e velocidade, e quanto à conversão em múltiplos e submúltiplos. Essa dificuldade ficou evidente nas respostas dadas pelos alunos na questão 1-d do Apêndice D, em que a maioria (12 de 20) associou uma unidade de velocidade para grandeza de distância percorrida. Outra carência ficou evidente nas demais questões que solicitavam o cálculo de velocidade, nas quais muitos estudantes não colocaram a unidade de medida após apresentar o resultado.

O procedimento de transformação das unidades de tempo também precisou ser reforçado. Mas pude notar que possivelmente a causa da dificuldade estava mais relacionada à falta de atenção do que a não saber fazer. Assim, quando essa situação foi socializada com a turma, um dos alunos (A15), que no primeiro momento não tinha realizado corretamente a conversão, apontou que na aula de

Matemática havia aprendido recentemente que era só “*dividir os minutos por sessenta, fácil assim*”. Logo após, ele mesmo reconheceu que não havia prestado atenção na unidade de tempo utilizada na questão, sendo essa a causa também apontada pelos demais alunos.

Ao realizar a análise de dados desta categoria, consegui identificar as dificuldades conceituais específicas dos estudantes, bem como as potencialidades a serem exploradas a fim de promover uma aprendizagem significativa. De acordo com Zabala (2015), a aprendizagem é produzida quando são estabelecidas relações substanciais e não arbitrárias entre o que já era parte da estrutura cognitiva do aluno e o novo conteúdo de aprendizagem. Nesse sentido, conhecimentos prévios identificados não podem ser desconsiderados, pois são fundamentais para estabelecer vínculos com as novas aprendizagens. Complementarmente, também considero importante uma reflexão a partir das contribuições de Pozo:

Os conhecimentos prévios devem ser encarados como construções pessoais, que o professor tem o dever de procurar conhecer, compreender, e valorizar para decidir o que fazer e como fazer o seu ensino, ao longo do estudo de um tópico. Estes são construídos pelos estudantes a partir do nascimento e os acompanham também em sala de aula, onde os conceitos científicos são inseridos sistematicamente no processo de ensino e aprendizagem (POZO, 2005, p. 67).

Portanto, posso inferir que o conhecimento prévio é uma variável importante na composição de um diagnóstico da realidade dos saberes já consolidados ou que precisam ser reforçados, ou mesmo reconstruídos. Assim, esses conhecimentos devem ser a base para os planejamentos sistemáticos da ação docente. Zabala (2015) destaca que um dos grandes desafios do professor é ajudar os alunos a relacionarem todas as fontes dos saberes, dando sentido ao que é ensinado. O autor defende ainda que o aluno deve ter um papel ativo e protagonista no processo de aprendizagem, e que o docente pode facilitar esse processo, promovendo atividades que valorizem sua bagagem intelectual e estimulem a observação, a análise, os contrastes e a aplicação em contextos diversos.

Por meio dos resultados e discussões apresentadas nesta categoria, vale resgatar que o objetivo, “Identificar os conhecimentos prévios que os alunos possuem sobre os conceitos da Física abordados na intervenção”, foi alcançado. Esta análise permitiu obter um panorama detalhado sobre os assuntos que

precisariam ser reforçados ou novamente trabalhados desde o início, com o apoio das atividades de Robótica Educacional.

### **4.3 Categoria 3 - Contribuições da Robótica Educacional para a introdução da Física no Ensino Fundamental**

A presente categoria originou-se da análise dos dados obtidos nos relatórios elaborados pelos alunos a partir da resolução da situação-problema que desafiava as equipes a montarem e programarem um robô para simular o resgate de uma vítima (APÊNDICE F). Também fazem parte desta análise as respostas dadas para as questões que buscavam verificar a satisfação dos alunos (APÊNDICE G) e para aquelas que indagavam se as atividades de Robótica haviam favorecido a introdução dos conceitos da Física no contexto deste estudo. Os dados obtidos deram sustentação ao último objetivo específico da presente pesquisa: analisar se a intervenção pedagógica mediada pela Robótica Educacional por meio da Resolução de Problemas contribuiu para o aprendizado dos alunos.

Para tanto, busquei, por meio da comparação entre as respostas fornecidas pelos alunos sobre os assuntos abordados, antes e depois da intervenção pedagógica, identificar possíveis aprendizagens ou reconstruções dos conceitos da Física que foram trabalhados. Também procurei verificar, no relatório elaborado pelas equipes, evidências da aplicação prática do conteúdo de Física na resolução do problema proposto no Apêndice F, bem como no desenvolvimento dos experimentos realizados. Além disso, por meio das respostas das questões 1, 7, 8 e 9 do questionário final avaliativo (APÊNDICE G), busquei saber a opinião dos alunos sobre as atividades propostas e se elas auxiliaram na compreensão dos tópicos da Física já estudados.

Nessa perspectiva, cabe resgatar alguns aspectos importantes que ajudam a explicar os resultados obtidos. Dentre eles, o fato de os conceitos abordados já terem sido trabalhados com a turma pela professora da disciplina de Ciências, utilizando como estratégia o estudo do livro didático e a resolução das questões por ele apresentadas. Visto que os alunos não estavam habituados a realizar atividades práticas, que exigem uma participação ativa, foram necessárias, em diversos

momentos do processo, combinações e interferências no sentido de não deixar a turma dispersa. Buscava promover um ambiente colaborativo, incentivando constantemente a participação de todos, tendo em vista que as atividades foram realizadas em grupo.

Outro fator relevante a ser mencionado foram os recorrentes problemas de indisciplina de cerca de cinco alunos, proporcionando um desafio extra na condução da intervenção pedagógica. Nesse contexto cabe definir o que considero um aluno indisciplinado, ou seja, aquele que é provocador, que rejeita as regras, que pode ser insolente ou bagunceiro ou, ainda, aquele que realiza atos de vandalismo, estragando, por exemplo, o patrimônio da escola.

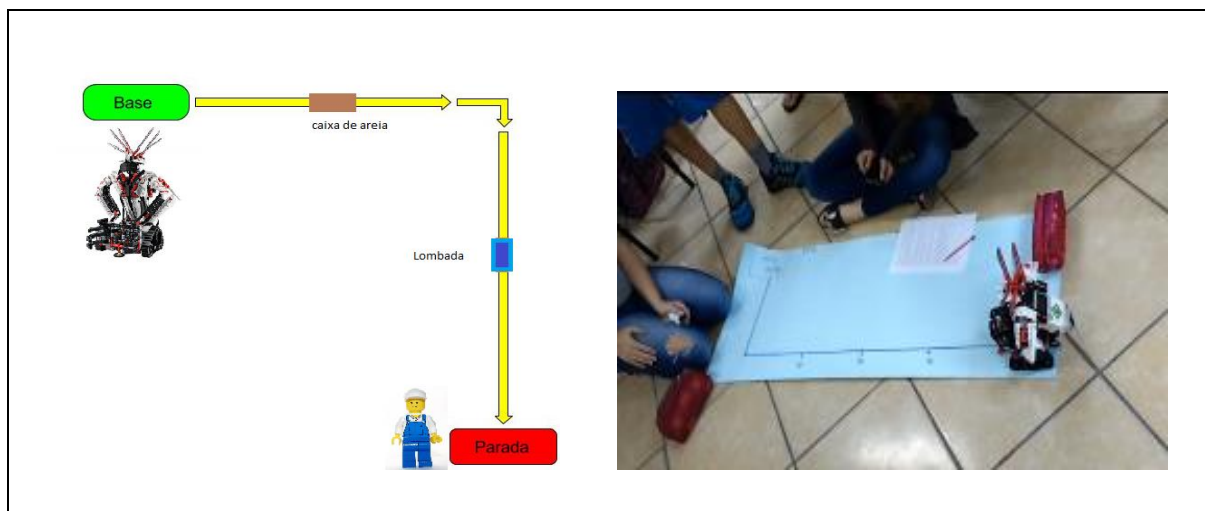
Apesar de ter de lidar, em todos os encontros, com manifestações de indisciplina por parte desses alunos, busquei utilizar estratégias que amenizassem os efeitos negativos de suas atitudes, mas prevendo que não iria conseguir promover mudanças significativas, pois necessitaria de mais tempo para investigar as causas desse comportamento e adotar metodologias apropriadas para cada caso (NOBREGA; SANTOS, 2016).

Após esse resgate, passo a descrever e analisar os dados obtidos. Analiso as contribuições da Robótica Educacional ao trabalhar os conceitos da Física num enfoque investigativo, buscando aplicar os pressupostos da Resolução de Problemas.

#### **4.3.1 Contribuições para construção dos conceitos de Posição e Referencial**

Os conceitos de posição e referencial foram trabalhados na primeira atividade experimental e na execução do desafio proposto na situação problema (APÊNDICE F). Essas atividades (FIGURA 21) promoveram a aplicação prática dos conceitos, pois envolveram a marcação de referenciais que determinariam as posições inicial e final do trajeto que o robô precisaria executar, bem como os pontos de coleta de dados para o experimento realizado.

Figura 21 - Desafio da situação problema e atividade experimental



Fonte: Do autor 2017.

A partir do material produzido pelos alunos, foi possível averiguar que a maioria conseguiu compreender que é fundamental adotar um sistema de referência, ou seja, um observador, uma origem e um conjunto de eixos para o estudo do movimento de um objeto (HEWITT, 2015).

Ao realizar a marcação dos pontos nos quais seriam coletados os dados solicitados na realização do experimento, os estudantes estabeleceram os locais em que o movimento seria observado e medido. A confirmação do entendimento dos conceitos de referência e posição ocorreu também pela solução ao problema proposto, que desafiava as equipes a realizarem um determinado percurso com o robô montado e programado, passando por pontos específicos e retornando à posição inicial. Desse modo a marcação da base e do ponto de parada na pista foram os referenciais para que as equipes determinassem o trajeto total e a estimativa de tempo que o robô levaria para executar a missão.

Logo após a realização dos experimentos, retomei com a turma a explicação sobre o uso de mapas e do sistema GPS (*Global Positioning System*), verificando se os alunos seriam capazes de relacionar a aplicação dos conceitos de posição e referencial com o sistema de coordenadas utilizados para a localização de uma rua ou ponto específico em uma cidade. Assim, projetei o mapa, localizando a Escola Municipal e a Univates (APÊNDICE D), e solicitei novamente que os alunos determinassem qual seria o caminho, passando por ruas que representassem o menor trajeto entre o ponto de partida e chegada. Na sequência repeti o exercício,

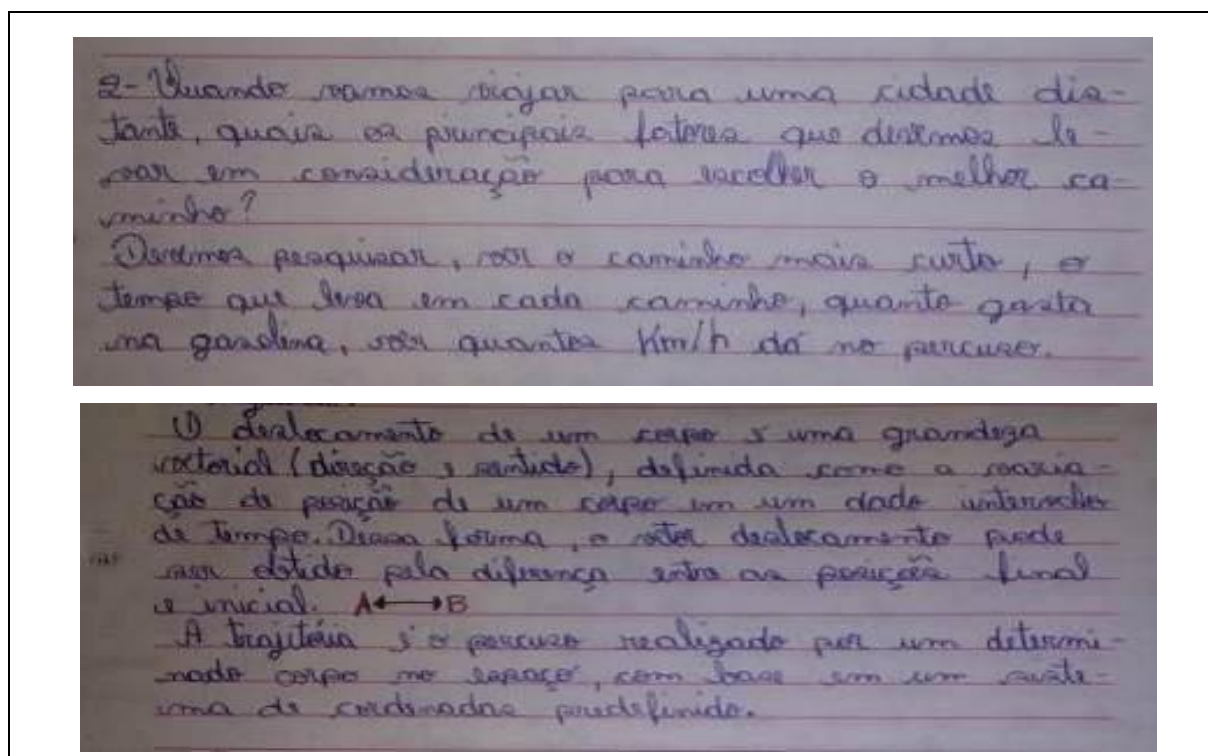


solicitando que o caminho traçado passasse obrigatoriamente por outros dois pontos antes de chegar ao destino final.

Nesse momento aproveitei para mostrar um vídeo com explicações sobre o funcionamento do GPS (disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=eWliyyo8Zm8>>). Este vídeo apresenta como funciona o sistema de triangulação dos satélites para saber com uma boa precisão a localização de um objeto em qualquer ponto do planeta. Dessa forma, salientei que, quando eles estivessem utilizando um GPS, lembrassem dessa explicação e como os conceitos da Física estão sendo aplicados nessa tecnologia que tanto facilita o nosso cotidiano, ao fornecer informações sobre rotas e localização.

Logo após realizar essa abordagem, solicitei que os estudantes reformulassem ou completassem suas conclusões, descritas nas respostas das questões do Apêndice D, que perguntavam o que eles compreendiam sobre os conceitos de deslocamento e trajetória. Também pedi que fizessem o mesmo para a questão que indagava sobre quais os fatores que devemos levar em consideração para escolher um caminho em uma viagem de automóvel (FIGURA 22).

Figura 22 - Respostas reformuladas de A-9 após explicações



Fonte: Do autor (2017).

Assim, com base na participação dos alunos na resolução do problema citado anteriormente, bem como nas respostas fornecidas nas questões dos Apêndices E e G, pude identificar possíveis aprendizagens ao comparar as respostas dadas antes das atividades propostas com o apoio da Robótica Educacional, com as que foram construídas posteriormente. Esse dado permite afirmar que houve uma evolução na profundidade e no embasamento das conclusões apresentadas por grande parte dos alunos.

#### **4.3.2 Contribuições para construção do conceito de Movimento e Velocidade**

A verificação das contribuições da Robótica para a construção dos conceitos de Movimento e Velocidade (rapidez) ocorreu por meio da análise do material produzido pelos alunos na forma de relatório, elaborado no decorrer das atividades desenvolvidas. Além disso, a análise de algumas falas individuais e as tomadas de decisão das equipes também colaboraram para o desenvolvimento desta subcategoria.

Para abordar o conceito de movimento e velocidade num enfoque investigativo, baseado nos pressupostos da Resolução de Problemas, cabe resgatar que foram realizados diversos experimentos utilizando os protótipos robóticos construídos e programados pelas equipes. Concordando com Azevedo (2004), o objetivo dos experimentos não foi simplesmente comprovar uma teoria, mas mobilizar os alunos para a solução de um problema científico e, a partir daí, incentivá-los a procurar uma metodologia para chegar à solução do problema, bem como às implicações e às conclusões provenientes desse estudo.

Com base nessas concepções, as atividades práticas de Robótica Educacional foram conduzidas nos seguintes momentos:

- Fase inicial: os problemas foram expostos e discutidos; os alunos tiveram tempo para a elaboração de hipóteses e seleção de procedimentos instrumentais (FIGURA 23). De acordo com a situação problema (APÊNDICE F), os alunos deveriam montar e programar um robô que seria utilizado no resgate de vítimas. Como forma de incentivar a participação e



o envolvimento de todos os integrantes, propus um desafio entre as equipes a fim de verificar qual delas conseguiria construir um robô que executasse o percurso no menor tempo possível.

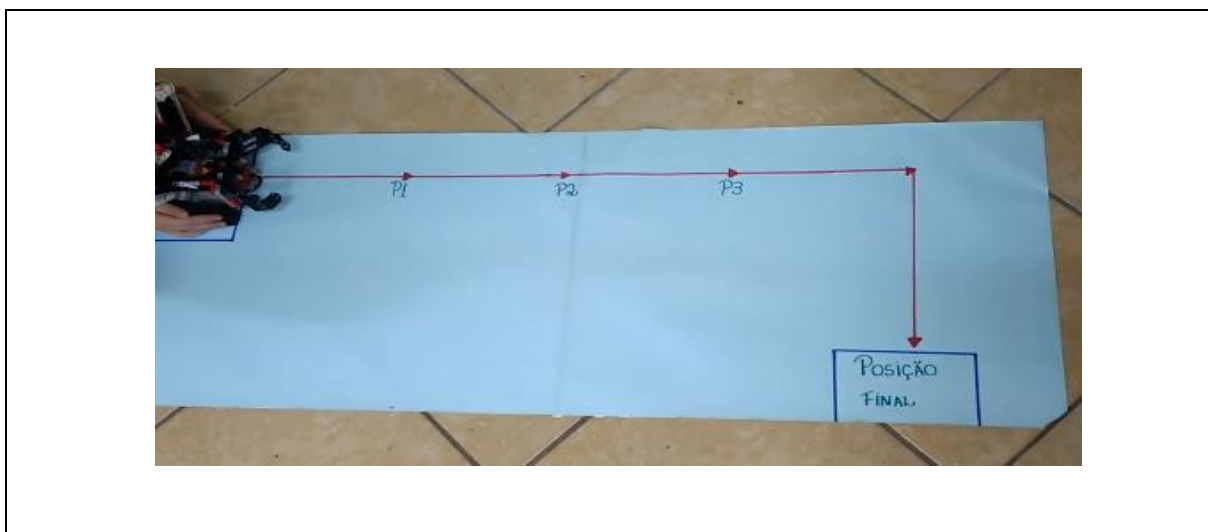
Figura 23 - Equipes elaborando hipóteses e selecionando procedimentos



Fonte: Do autor (2017).

- Fase de desenvolvimento: os experimentos foram realizados para coleta de dados. Nesse momento as equipes montaram os robôs e os prepararam para o desafio proposto. Os robôs de cada equipe foram submetidos a um experimento (FIGURA 24), a partir do qual foi possível coletar dados referentes ao movimento e velocidade.

Figura 24 - Equipe submetendo o robô ao experimento



Fonte: Do autor (2017).

- Fase de busca de referencial teórico e de reflexão: os alunos analisaram e interpretaram os dados coletados. Solicitei às equipes que elaborassem um gráfico com os dados coletados e apresentassem os cálculos com a previsão do tempo que o robô levaria para cumprir a missão estabelecida. Como referencial teórico, incentivei o uso do livro didático utilizado pela turma (BARROS; PAULINO, 2015), bem como outros livros que poderiam ser consultados em meio físico eletrônico.
- Fase de elaboração de um relatório: os alunos registraram as atividades desenvolvidas, bem como a análise e interpretação dos resultados obtidos.

Ao comparar o material produzido por meio do relatório, bem como as respostas do questionário final (APÊNDICE G) de avaliação das atividades de Robótica, com as respostas das questões aplicadas antes da intervenção, foi possível perceber uma evolução significativa na descrição dos conceitos sobre movimento. O quadro a seguir apresenta a transcrição das respostas de alguns alunos, as quais evidenciam uma compreensão mais abrangente acerca do conceito estudado.

Quadro 4 - Comparativo da descrição do conceito sobre movimento

	<b>Movimento (conceito inicial)</b>	<b>Movimento (conceito pós-intervenção)</b>
A-6	<i>Variação de posição de um objeto.</i>	<i>Deslocamento de um corpo ou objeto em relação ao seu referencial, num determinado tempo.</i>
A-08	<i>É um corpo que se desloca de um ponto para outro.</i>	<i>Mudança de posição de um objeto ocasionada por uma força em relação ao seu referencial.</i>
A-10	<i>Deslocamento de um ponto para outro</i>	<i>O movimento é relativo, depende do ponto de referência que você está usando e deve ser medido entre um espaço de tempo.</i>
A-15	<i>Deslocamento de um corpo ou qualquer objeto.</i>	<i>Ocorre um movimento quando um objeto muda sua posição no espaço em relação ao seu referencial no decorrer de um tempo.</i>

Fonte: Do autor (2018).

A partir desse quadro comparativo, é possível constatar uma evolução na concepção do conceito de movimento por parte desses alunos. Inicialmente as respostas mencionavam apenas o fator deslocamento, ou variação de posição. Após a realização dos experimentos e demais atividades investigativas, os alunos

puderam complementar a construção do conceito, incluindo questões fundamentais para o estudo do movimento, tais como um sistema de referência, e o tempo de observação. Vale destacar a resposta de A-10, que consegue descrever que o conceito de movimento é relativo, concordando com a explicação de Hewitt:

Quando discutimos o movimento de algo, descrevemos o movimento em relação a alguma outra coisa. Se você caminha no corredor de um ônibus em movimento, sua rapidez em relação ao piso do ônibus provavelmente é diferente de sua rapidez relativa ao asfalto. Quando dizemos que um carro de corrida alcança uma rapidez de 300 quilômetros por hora, queremos dizer que tal rapidez é relativa à estrada. A menos que outra coisa seja dita, sempre que nos referirmos à rapidez com que se movem as coisas em nosso ambiente, estaremos supondo-a relativa à superfície da Terra. O movimento é relativo (HEWITT, 2015, p. 40).

Além de uma melhor compreensão sobre a relatividade e outros aspectos fundamentais aplicados ao estudo do movimento, conforme destacado pelo autor supracitado, foi possível notar também progressos na concepção do conceito de Velocidade (rapidez). O quadro a seguir apresenta a transcrição das respostas de alguns alunos, nas quais é possível verificar a evolução acerca da compreensão desse conceito.

Quadro 5 - Comparativo da descrição do conceito de velocidade (rapidez)

	<b>Velocidade (conceito inicial)</b>	<b>Velocidade (conceito pós-intervenção)</b>
A-2	<i>Deslocamento de um corpo a um determinado intervalo de tempo.</i>	<i>É a grandeza que define a rapidez de um movimento, ou seja quanto ele se movimentou dividido pelo tempo.</i>
A-5	<i>É quanto um objeto se move em um período de tempo.</i>	<i>É uma indicação da rapidez do movimento, é obtida dividindo a distância percorrida pelo tempo gasto.</i>
A-11	<i>A distância que um corpo percorreu em um determinado tempo, ex. 80km em uma hora.</i>	<i>Entendi que para calcular a velocidade preciso saber a força, direção e o sentido que o objeto está indo, e depois pegar a distância e dividir pelo tempo.</i>
A-18	<i>É quanto uma pessoa ou coisa consegue se mover.</i>	<i>Precisamos saber a distância percorrida e o tempo que levou, daí dividimos a distância pelo tempo para saber sua velocidade.</i>

Fonte: Do autor (2018).

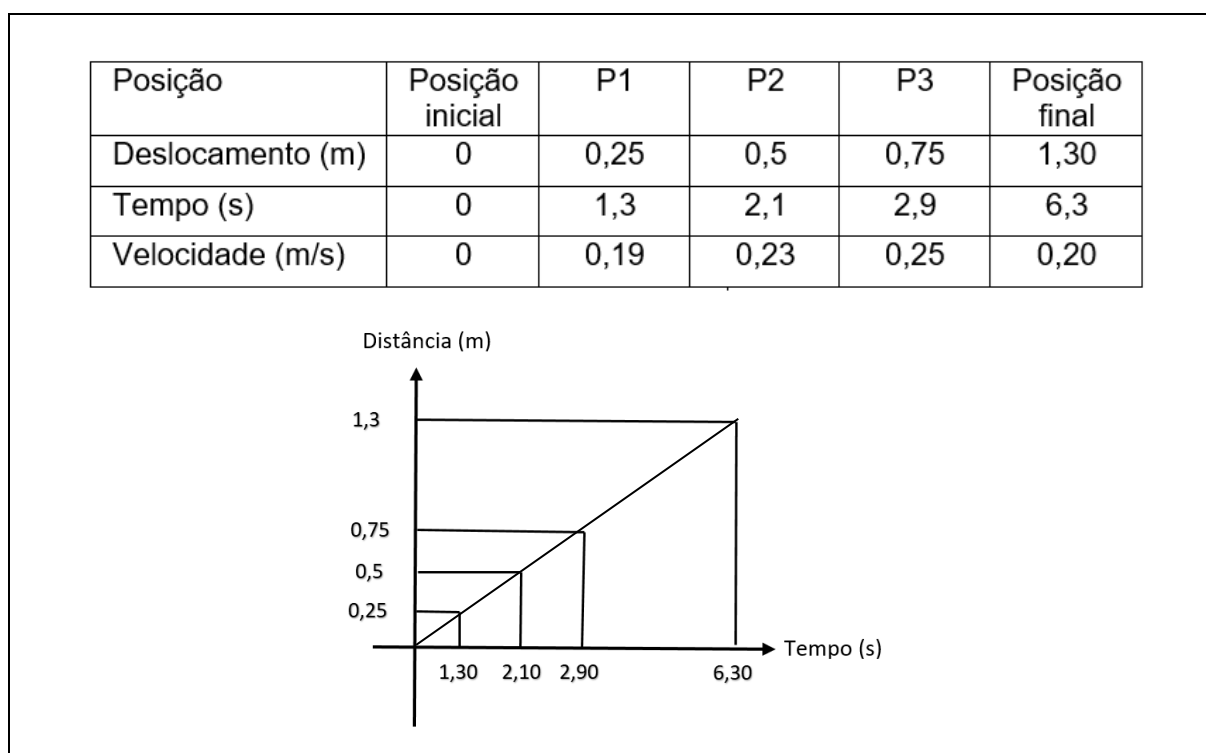
As respostas fornecidas antes da intervenção revelaram que algumas concepções necessitavam apenas de reforço para que houvesse um entendimento mais amplo do conceito de velocidade. Mesmo em nível fundamental, é possível constatar que os alunos são capazes de compreender aspectos mais complexos acerca de uma grandeza. A-11, por exemplo, menciona sobre os vetores que devem ser considerados no cálculo de velocidade. Dessa forma, foi possível explicar por

que o conceito de rapidez é mais apropriado ao referir-se a grandeza que desconsidera o sentido e direção (HEWITT, 2015).

Como forma de averiguar se os alunos tinham condições de aplicar os conceitos de velocidade, solicitei, na situação-problema (APÊNDICE F), a apresentação da previsão do tempo que o robô levaria para efetuar o percurso para cumprir a missão proposta. Isso posto, realizei um experimento no qual os alunos puderam submeter o robô a testes e, assim, coletar os dados necessários para a elaboração do cálculo. Nesse momento também incentivei as equipes a pensarem em soluções para deixar o robô mais rápido e, assim, executar o percurso no menor tempo possível.

De acordo com as informações apresentadas nos relatórios elaborados pelas equipes, foi possível constatar que os dados haviam sido coletados e utilizados para a construção da tabela e do gráfico, conforme solicitado. Todos os cálculos apresentados pelas equipes foram coerentes e indicaram uma estimativa sobre o tempo que o robô levaria para executar o percurso (FIGURA 25). Visto que a pista de testes não tinha as mesmas dimensões da pista que seria utilizada no desafio, foi necessária a utilização de recursos matemáticos para calcular o tempo.

Figura 25 - Tabela, gráfico e cálculo apresentados pela Equipe 2



(Continua...)

(Conclusão)

calculo previsto tempo que o robô levará para cumprir a missão:

Dist. (m) — Tempo (seg)

1,30 — 6,30

2,5 + 2,30 — x

$$x = \frac{4,8 \times 6,30}{1,30} = 23,26 \text{ seg.}$$

tempo = 23,26 para percorrer 4,8 metros.

+ parada de 3 segundos.

tempo = 23,26 + 3 seg = 26,26 segundos

Se voltar em diagonal vai mais rápido.

Se  $H^2 = a^2 + b^2$  então:  $x^2 = 2,3^2 + 2,5^2$

$$x^2 = 6,25 + 5,29$$

$$x = \sqrt{11,54}$$

$$x = \pm 3,4 \text{ metros}$$

Se um link reto o robô andar 0,75m em.

0,75m — 2,9 seg.

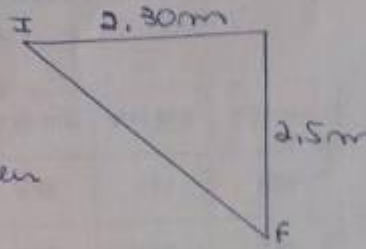
3,4m — x

$$x = \frac{3,4 \times 2,9}{0,75} = \pm 13,15$$

Total tempo ida = 26,26 segundos

Total tempo volta = 13,15 segundos

Total tempo = 26,26 + 13,15 = 39,41 segundos.

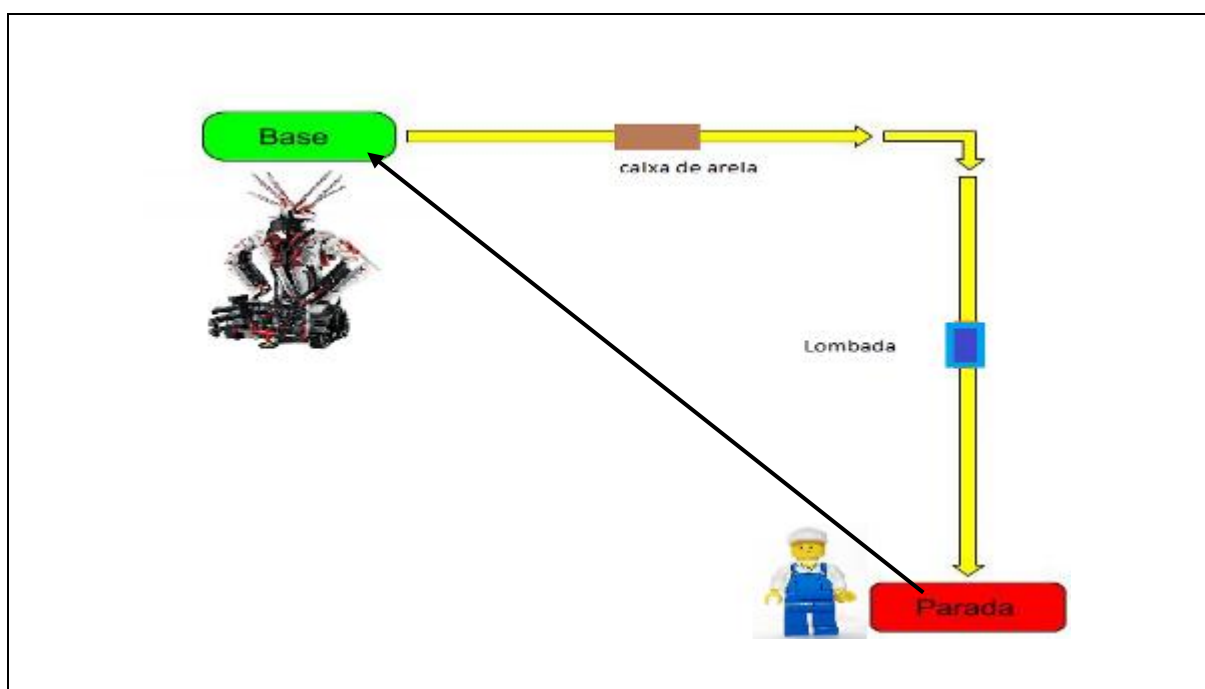


Fonte: Do autor (2018).

Quanto às estratégias adotadas para reduzir o tempo previsto, três equipes sugeriram remover peças não essenciais do robô a fim de deixá-lo mais leve. Também mencionaram que as pilhas deveriam estar com sua capacidade máxima. Duas equipes citaram que poderia ser feita uma regulação dos motores no ambiente de programação, deixando-os com a potência máxima. Além das sugestões já mencionadas, uma das equipes avaliou que se o sistema de esteira que movimenta o robô fosse trocado por quatro pneus, iria diminuir o atrito, o que

resultaria numa melhor performance. Além das modificações no próprio robô, todas as equipes perceberam que o caminho de retorno à base poderia ser executado em linha reta (FIGURA 26), diminuindo assim o percurso total e, conseqüentemente, reduzindo o tempo.

Figura 26 - Solução apresentada pelas equipes



Fonte: Do autor (2018).

Por meio da análise do material produzido, bem como dos procedimentos e sugestões apresentadas pelas equipes, foi possível evidenciar possíveis aprendizagens, ou mesmo uma evolução nas concepções dos conceitos de movimento e velocidade. Além disso, os experimentos conduzidos num enfoque investigativo favoreceram uma participação ativa dos estudantes na construção de seu aprendizado. Portanto, as atividades de Robótica Educacional podem contribuir para uma mudança de atitude dos discentes, conforme destacado por Mitre et al. (2008, p. 21-37).

O estudante precisa assumir um papel cada vez mais ativo, descondicando-se da atitude de mero receptor de conteúdo, buscando efetivamente conhecimentos relevantes aos problemas e aos objetivos da aprendizagem. Iniciativa criadora, curiosidade científica, espírito crítico-reflexivo, capacidade para auto-avaliação, cooperação para o trabalho em equipe, senso de responsabilidade, ética e sensibilidade na assistência são características fundamentais a serem desenvolvidas em seu perfil.

O desenvolvimento dessas características foi favorecido pelas estratégias didáticas adotadas. As respostas fornecidas à questão número sete do Questionário final (APÊNDICE G), que solicitava a descrição dos aspectos de que os estudantes mais gostaram nas atividades, revelaram que uma abordagem que propõe uma participação ativa torna o estudo mais atraente e significativo. Grande parte dos alunos (15 de 20) elencou a montagem e programação do robô, realizada pela equipe, e o experimento na pista de testes como as atividades de que mais gostaram.

Nas respostas dos alunos referentes à questão 1 do Apêndice G, elaborada para verificar se, na percepção deles, as atividades de Robótica contribuíram para um melhor entendimento dos conceitos estudados, a grande maioria (16 de 20) marcou a opção *contribuiu muito*. Apenas quatro alunos marcaram a opção *contribuiu pouco*; e nenhum marcou a opção *não contribuiu*. Esse retorno positivo indica que a utilização de Metodologias Ativas, que estimulam a autonomia por meio da resolução de situações-problema, e nas quais os estudantes conseguem perceber a aplicação prática dos assuntos abordados em sala de aula, pode ser uma forma eficaz de combater a desmotivação, o desinteresse e a apatia dos estudantes (DIESEL et al., 2017).

Por fim, segue o último capítulo desta dissertação no qual apresento minhas considerações finais, os objetivos alcançados, dificuldades encontradas, bem como minhas percepções e reflexões acerca da realização desta pesquisa.



## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A tecnologia atualmente está difundida e acessível, o que tem resultado em novas formas de aprender, principalmente se levarmos em consideração as crianças e os adolescentes. Fazer uso das tecnologias da informação e comunicação (TICs), com a utilização de ferramentas inovadoras como a Robótica, pode contribuir para despertar o interesse e aguçar a curiosidade dos estudantes, em especial, no estudo introdutório da Física no Ensino Fundamental.

A Robótica Educacional pode proporcionar aos alunos uma forma diferenciada de visualizar a aplicabilidade dos conceitos da Física em situações reais de seu cotidiano. Pode levá-los a perceberem que, por meio estudo da Física, é possível entender e explicar diversos fenômenos e reações. A intervenção apresentada nesta pesquisa desenvolveu os tópicos sobre posição, referencial, movimento e velocidade, utilizando os princípios das Metodologias Ativas de ensino e de aprendizagem e das Práticas Experimentais Investigativas com o apoio da Robótica.

A questão norteadora deste estudo buscou responder: Como a Robótica Educacional pode contribuir para introduzir conceitos de Física no nono ano do Ensino Fundamental, em uma escola pública? Por meio das atividades realizadas durante a investigação, pude constatar que o uso da Robótica pode favorecer a exploração dos conceitos trabalhados, sendo uma ferramenta didática indicada para complementar o ensino da Física nesse contexto.

Com base nas análises dos resultados e discussões referentes às atividades



desenvolvidas, observei indícios de que os conceitos relacionados à introdução do estudo do movimento foram explorados e estudados com empenho e dedicação pela maior parte dos estudantes. A Robótica teve um papel importante, pois o robô, como elemento que representa o uso da mais avançada tecnologia, é um tema que normalmente atrai a atenção e desperta a curiosidade. Além disso, os experimentos e demais práticas envolvendo sua montagem e programação promoveu um ambiente de estudo que favoreceu o trabalho em equipe, a tomada de decisão e a iniciativa (ZILLI, 2004).

Neste momento, vale resgatar o objetivo principal desta pesquisa que foi averiguar como a Robótica Educacional pode contribuir para introduzir conceitos da Física no nono ano do Ensino Fundamental em uma escola pública. Por meio da análise dos dados produzidos e do desempenho dos estudantes nas atividades propostas, posso concluir que a Robótica pode ser uma ferramenta de apoio ao professor que busca um diferencial para suas aulas. O robô, como elemento tecnológico, possui uma série de conceitos científicos relacionados ao seu funcionamento e programação, cujos princípios básicos são abordados pela Física, apresentando, assim, um grande potencial a ser explorado nas aulas de Ciências do Ensino Fundamental.

Quanto aos objetivos específicos, segue uma breve descrição sobre como este trabalho desenvolveu e efetivou o que foi proposto. O primeiro objetivo específico consistiu em conhecer as concepções construídas pelos alunos do nono ano sobre a disciplina de Ciências trabalhada ao longo do Ensino Fundamental. Este objetivo foi alcançado com a aplicação de um questionário individual aos alunos no início da intervenção pedagógica. A posterior análise das respostas revelou que a maioria dos alunos tem afinidade com a disciplina de Ciências e percebe sua importância para sua formação, destacando a relevância acadêmica da disciplina, bem como a aplicação dos assuntos abordados em uma futura profissão.

Ainda em relação ao primeiro objetivo, também foi possível notar a carência de metodologias que favorecem uma participação ativa dos alunos nas aulas de Ciências. Os estudantes relataram que participaram poucas vezes, ao longo do Ensino Fundamental, de atividades experimentais investigativas. Nesse caso, o ensino transmissor e conteudista foi apontado como método mais utilizado, sendo

uma realidade presente no contexto das aulas de ciências, segundo os alunos que participaram deste estudo.

O segundo objetivo teve como propósito identificar os conhecimentos prévios dos alunos sobre os conceitos da Física abordados na intervenção pedagógica. As resoluções das questões elaboradas sobre os tópicos de Física trabalhados com o apoio da Robótica e a socialização de alguns conceitos já discutidos nas aulas de Ciências (APÊNDICES D e E) deram sustentação ao alcance desse objetivo. A análise das respostas e a participação dos alunos em aula revelaram que muitos tinham algum entendimento dos tópicos abordados, mas não conseguiam realizar algumas correlações entre os conceitos e as situações do seu cotidiano.

A análise do material produzido pelos alunos ainda revelou a necessidade de auxiliar os estudantes na questão de desenvolver uma explicação mais abrangente nas descrições textuais dos conceitos. Também foi possível perceber que o estudo baseado apenas nas explicações e nos exemplos do livro didático pode não favorecer a percepção dos estudantes sobre a aplicação dos mesmos conceitos em outras situações não abordadas. Assim, ressalto a importância de o docente apresentar exemplos, elaborar experimentos, entre outras estratégias para auxiliar os estudantes a compreenderem a aplicação dos conceitos em outros contextos.

O terceiro objetivo deste estudo foi alcançado com a aplicação da intervenção pedagógica que buscou, em sua essência, trabalhar conceitos sobre posição, referencial, movimento e velocidade com o apoio da Robótica Educacional. Trabalhando em equipe, os estudantes tiveram a tarefa de montar e programar um robô que foi submetido a um desafio. Antes de executar esse desafio, as equipes realizaram experimentos e coletaram dados necessários para realizar uma análise. Dessa forma, as atividades de Robótica proporcionaram um processo de colaboração, construção e investigação.

Já o quarto objetivo – averiguar se a intervenção pedagógica, mediada pela Robótica Educacional, contribuiu para o aprendizado dos alunos – foi alcançado por meio da análise dos relatórios elaborados pelos alunos durante a construção e programação dos robôs, das discussões sobre a aplicação dos conceitos da Física no projeto e das respostas fornecidas pelos alunos no questionário final.

Por meio da análise desses instrumentos, foi possível verificar a evolução das concepções dos alunos sobre os conceitos de posição, referencial, movimento e velocidade. Principalmente ao comparar as respostas das questões (APÊNDICES D e E) que procuravam identificar os conhecimentos prévios dos estudantes sobre esses assuntos com as apresentadas após a participação nas atividades com a Robótica.

Foram destacados pelos estudantes, como momentos que mais contribuíram para o entendimento dos conceitos em uma situação real, em especial os experimentos de marcação das posições para a pista de teste. Também foi citado o experimento que antecedeu o desafio proposto, no qual os estudantes tiveram de coletar dados para elaborar um gráfico e estimar o tempo que o robô levaria para cumprir a missão proposta.

Pela análise das afirmações dos alunos, coletadas no questionário final (APÊNDICE G), foi possível evidenciar uma melhor compreensão dos conceitos relacionados ao estudo do movimento. Quase a totalidade dos alunos respondeu que as atividades de Robótica contribuíram muito para o entendimento dos assuntos estudados, bem como recomendou que atividades como essas também poderiam ser desenvolvidas em outras disciplinas.

Nesse sentido, posso inferir que o uso de tecnologias, em especial o uso da Robótica, pode colocar o estudante em contato vivencial com a Física, promovendo uma maior afinidade com a disciplina e reduzindo provavelmente os índices de evasão e retenção. Ao concluir a intervenção, pude constatar que as atividades de Robótica, inseridas no contexto das aulas de Ciências para a introdução dos conceitos de Física, pode ser um recurso facilitador para o docente que deseja aplicar os princípios das Metodologias Ativas, da Resolução de Problemas e das Práticas Experimentais Investigativas.

As atividades de Robótica podem favorecer a visualização prática de conceitos abstratos, além de envolver os alunos na busca pelas respostas e soluções aos desafios propostos, contrapondo o ensino passivo que prioriza a transmissão e a memorização. A Robótica também tem potencial para promover a multidisciplinaridade, visto que o projeto, a montagem, o funcionamento e a

programação dos protótipos robóticos podem ser explorados em conjunto com docentes de diversas áreas do conhecimento, sendo essa uma sugestão para trabalhos futuros nesta temática.

Outra potencialidade das atividades de Robótica é a de auxiliar os alunos a desenvolverem habilidades de observação, análise, tomada de decisões e raciocínio lógico. Além disso, possibilitam abordar temas transversais relacionados à cooperação, organização, ao trabalho em equipe, entre outros. Nesse aspecto cabe ressaltar que, no decorrer da intervenção, houve uma evolução em relação ao comportamento dos alunos que demonstravam atitudes indisciplinadas.

Cabe ressaltar que, apesar dos resultados favoráveis apresentados, surgiram algumas dificuldades durante a realização da intervenção. Uma delas foi a falta de um local com maior espaço físico, que facilitaria a realização dos experimentos e do desafio. Além disso, a mobília da escola e a infraestrutura da sala de aula não eram apropriadas para a realização das atividades de montagem e programação dos robôs, inclusive não havia tomadas suficientes para ligação dos notebooks utilizados pelas equipes.

Outra dificuldade ocorreu quando utilizei práticas pedagógicas embasadas nos pressupostos das Metodologias Ativas, pois os alunos não estavam habituados a trabalhar de forma autônoma, com a mínima intervenção do professor. Assim, em alguns momentos, alguns estudantes dispersaram-se facilmente, sendo necessário chamar a atenção e redirecioná-los para que realizassem as atividades com o grupo.

Cabe destacar, também, que é importante refletir sobre alguns fatores que limitam a aplicação da Robótica Educacional, principalmente no contexto das escolas públicas. Com escassez de recursos, muitas vezes até para manter o funcionamento básico, a aquisição de kits de Robótica acaba não sendo uma prioridade, em função do seu custo elevado. Diante de tais desafios, porém, vários trabalhos têm utilizado a Robótica construída a partir de sucata eletrônica ou materiais de baixo custo, tornando viável sua aplicação, mesmo com recursos financeiros limitados. Talvez isso devesse ser colocado em prática pela escola pública.

Outra questão é a capacitação do corpo docente acerca da aplicação das

Metodologias Ativas e de outras estratégias de ensino que superem o modelo tradicional, o qual é centrado na transmissão de conteúdos. Cabe uma reflexão sobre como foi e como está ocorrendo a formação de professores que atuam na disciplina de Ciências, no Ensino Fundamental. Acredito que as possíveis dificuldades que estão impedindo a implementação de novas metodologias nas escolas, devam ser avaliadas, bem como a disponibilidade de tempo para planejar e conduzir essas atividades diferenciadas

Isso posto, esta pesquisa me ajudou a evoluir como profissional da educação. Pude perceber a importância de continuar fazendo uso das Metodologias Ativas e das tecnologias (como a Robótica, por exemplo) em minhas aulas, pois são ferramentas que estimulam a autonomia, a criatividade. Fazendo uso das Metodologias Ativas, também posso aproveitar as habilidades e afinidades dos estudantes com as TICs. Também pude perceber que uma prática experimental bem conduzida, num enfoque investigativo, pode gerar resultados que vão além dos objetivos iniciais e acabam marcando a vida escolar dos estudantes, e até mesmo influenciando na escolha de sua futura profissão.

Ao encontro dos pressupostos defendidos por Azevedo (2004), por meio deste trabalho percebi a importância das práticas experimentais estarem associadas a uma investigação científica. Em uma atividade de experimentação dentro dessa proposta, o que se busca não é simplesmente a verificação de uma lei física ou a comprovação de uma teoria. Nesse sentido, foi relevante a contextualização apresentada na situação-problema (APÊNDICE F), em que os alunos foram instigados a buscar metodologia para chegar à solução do problema, bem como às implicações e às conclusões provenientes desse estudo.

Por fim, este trabalho permitiu comprovar que a Robótica Educacional é um recurso pedagógico capaz de favorecer a aprendizagem dos alunos na construção dos conceitos da Física, os quais normalmente são abordados nos anos finais do Ensino Fundamental. Portanto, a aplicação dos princípios utilizados nesta pesquisa pode melhorar a atuação docente, tornar o ensino mais interativo e dinâmico e permitir aos alunos uma participação ativa. Nessa concepção de ensino, o aluno torna-se o protagonista de seu aprendizado; não apenas entende o conteúdo discutido em aula, mas também sabe onde ele se aplica no cotidiano. Defendo,

então, que as atividades de Robótica pode ser uma estratégia de ensino eficaz, pois favorecem a multidisciplinaridade, sendo aplicáveis em todos os níveis de Ensino.

## REFERÊNCIAS

AZEVEDO, Maria Cristina P. Stella de. Ensino por investigação: problematizando as atividades em sala de aula. In: AZEVEDO, Maria Cristina P. Stella de. **Ensino de Ciências-unindo a pesquisa e a prática**. São Paulo: [s.n], 2004. p. 19.

BARROS, Carlos; PAULINO, Wilson R. **Ciências: física e química**. São Paulo: Editora Ática, 2015. p. 35-36.

BERBEL, Neusi Aparecida Navas. As metodologias ativas e a promoção da autonomia de estudantes. *Semina: Ciências Sociais e Humanas*, [S.l.], v. 32, n. 1, p. 25-40, 2011.

BLOSSER, Patricia E. Matérias em pesquisa de ensino de física: o papel do laboratório no ensino de ciências. Tradução de Marco Antonio Moreira. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 5, n. 2, p. 74-78, 1988.

BORTONI, Stella Maris Ricardo. **O professor pesquisador: introdução à pesquisa qualitativa**. São Paulo: Parábola Editorial, 2008.

BRASIL. Ministério da Educação e do Desporto. **Base nacional comum curricular**. Brasília. 2018. Disponível em: <<http://basenacionalcomum.mec.gov.br/abase/#fundamental>>. Acesso em: 17 fev. 2018.

BRASIL. Ministério da Educação e do Desporto. **Parâmetros curriculares nacionais, terceiro e quarto ciclos do ensino fundamental:– introdução**. Brasília. 1998. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/introducao.pdf>>. Acesso em: 20 fev. 2017.

BRASIL. Ministério da Educação e do Desporto. **Parâmetros curriculares nacionais, terceiro e quarto ciclos do ensino fundamental: – ciências naturais**. Brasília. 1998. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/ciencias.pdf>>. Acesso em: 20 fev. 2017.



CABRAL, Cristiane Pelisolli. **Robótica Educacional e Resolução de Problemas:** uma abordagem microgenética da construção do conhecimento. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Física) – Instituto de Física, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2011.

CALLONI, G. J. **A física dos movimentos analisada a partir de vídeos do cotidiano do aluno:** uma proposta para a oitava série. 2010. 76p. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Física) – Instituto de Física, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2010.

CARRASCO, HERNÁN JAMMBT. Experimentos de laboratório: um enfoque sistêmico e problematizador. **Revista de Ensino de Física**, [S.l.], v. 13, n. 19, p. 86-90, 1991.

CARVALHO, A. M. P.; VANNUCCHI, A. I. ; BARROS, M. A. ; GONÇALVES, M. E. R.; REY, R. C. **Ciências no Ensino Fundamental - O Conhecimento Físico.** São Paulo: Editora Scipione, 1998. 200p.

CARVALHO, Ana Maria Pessoa de. **Ensino de Ciências por Investigação.** 1. ed. São Paulo: Cengage Learning, 2013. v. 1. 151p.

CHEMIN, Beatris Francisca. **Manual da Univates para trabalhos acadêmicos:** planejamento, elaboração e apresentação. 2. ed. Lajeado: Ed. da Univates, 2015.

COSTA, Ana Paula da; KOLBERG, Vanessa; QUARTIERI, Marli Teresinha. Diferentes concepções dos professores sobre situações-problemas nos anos iniciais do ensino fundamental. **Destaques Acadêmicos**, Lajeado: Univates, v. 4, n. 4, 2013.

COSTA, Rildo Ferreira. O (des) encantamento jovem no mundo das novas tecnologias de informação e comunicação. **Cadernos de Ciências Sociais da UFRPE**, [S.l.], v. 1, n. 8, p. 171-191, 2017.

DANTE, L. R. **Didática da resolução de problemas de matemática.** São Paulo: Atlas, 2005.

DEMO, Pedro. **Educar pela pesquisa.** 9. ed. Campinas: Autores Associados, 2011.

DIESEL, Aline; BALDEZ, Alda Leila Santos; MARTINS, Silvana Neumann. Os princípios das metodologias ativas de ensino: uma abordagem teórica. **Revista Thema**, [S.l.], v. 14, n. 1, p. 268-288, 2017.

DINIZ, R.; SANTOS, M. A Utilização da Robótica Educacional LEGO® nas aulas de Física do 1º ano do ensino médio e suas contribuições na aprendizagem. **Revista Novas Tecnologias na Educação**, [S.l.], v. 12, n. 1, 2014.

ECHEVERRÍA, M. P. P., POZO, J. I. **A solução de problemas:** Aprender a resolver, resolver para aprender. Tradução de Beatriz Affonso Neves. Porto Alegre: Artmed, 1998.

FAGUNDES, C. A. N. **Aprendendo Matemática com Robótica**. 2008. 123p. Dissertação (Mestrado) - UFRGS, Instituto de Matemática, Porto Alegre, 2008.

FAZENDA, I. **A interdisciplinaridade**: historia, pesquisa e teoria. Campinas: Papirus, 1994.

FAZENDA, Ivani Catarina Arantes; GODOY, Herminia Prado; TAVARES, Dirce Encarnacion. Interdisciplinaridade na pesquisa científica. **Interdisciplinaridade e Espiritualidade na Educação**, [S.l.], n. 5, p. 67, 2015.

FORNAZA, Roseli. **Robótica educacional aplicada ao ensino de física**. 2016. 162p. Dissertação (Mestrado) - UCS, Caxias do Sul, 2016.

FORNAZA, Roseli; WEBBER, Carine G. Robótica Educacional voltada ao Ensino de Física. **Revista Novas Tecnologias na Educação**, [S.l.], v. 12, n. 1, jul. 2014.

GARDNER, H. **Inteligências Múltiplas**: a teoria na prática. Porto Alegre: Artes Médicas, 1995.

GIL, Antônio Carlos. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 1999.

GIL, Daniel, et al. Questionando a didática de resolução de problemas: elaboração de um modelo alternativo. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, [S.l.], v. 9, n. 1, p. 7-19, 1992.

HEWITT, Paul G. **Física Conceitual**. 12. ed. Porto Alegre: Bookman, 2015.

LIMA, Felipe Renier Maranhão. **Guias para professores e alunos para obtenção de dados experimentais na Física para o Ensino Fundamental utilizando a metodologia LEGO® Zoom**. 2015. 35p. Dissertação (Mestrado) - Universidade de Brasília, 2015.

LOIZOS, Peter. Vídeo, filme e fotografias como documentos de pesquisa. In: BAUER, M.W.; GASKELL, G. **Pesquisa qualitativa com texto, imagem e som**: um manual prático. Petrópolis, RJ: Vozes, 2002. v. 4.

LOPES, D. de Q. **A exploração de modelos e os níveis de abstração nas construções criativas com robótica educacional**. 2008. 326p. Tese (Doutorado em Educação) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2008.

MAGNUS, Vinícius Silveira; GELLER, Marlise. Um estudo sobre projetos de robótica nos anos finais do ensino fundamental. **Revista Novas Tecnologias na Educação**, [S.l.], v. 14, n. 1, 2016.

MARCONI, Marina de Andrade; LAKATOS, Eva M. **Metodologia Científica**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2011.

MEES, A. A. **Astronomia**: motivação para o ensino de física na 8ª série. 2004. 132p. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Física) – Instituto de Física,

Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2004.

MELARÉ, V. B. D. **Estilos de aprendizagem no contexto educativo de uso das tecnologias digitais interativas**. 2007. Disponível em: <[http://www.lantec.fe.unicamp.br/lantec/pt/tvdi\\_portugues/daniela.pdf](http://www.lantec.fe.unicamp.br/lantec/pt/tvdi_portugues/daniela.pdf)>. Acesso em: 20 fev. 2017.

MENEZES, Ebenezer Takuno de; SANTOS, Thais Helena dos. Verbetes robótica educacional. **Dicionário Interativo da Educação Brasileira** - Educabrazil. São Paulo: Midiamix, 2015. Disponível em: <<http://www.educabrazil.com.br/robotica-educacional/>>. Acesso em: 08 dez. 2016.

MINDSTORMS, LEGO. **Manual de montagem e programação Eve3**. 2016. Disponível em <<http://www.lego.com/en-us/mindstorms/build-a-robot/ev3rstorm>>. Acesso em: 14 abr. 2016.

MIRAS, Mariana. Um ponto de partida para a aprendizagem de novos conteúdos: os conhecimentos prévios. **O construtivismo na sala de aula**, [S.l.], v. 6, 1999.

MITRE, S. et al. Metodologias ativas de ensino-aprendizagem na formação profissional em saúde: debates atuais. **Ciência e saúde coletiva**, [S.l.], v. 13, supl. 2, 2008.

MORAES, R.; GALIAZZI, M. D. Análise textual discursiva: processo reconstrutivo de múltiplas faces. **Ciência & Educação**, [S.l.], v. 12, n. 1, p. 117-128, 2006.

MOREIRA, Marco Antônio. **Metodologias de Pesquisa em Ensino**. 1. ed. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2011.

MOREIRA, Marco Antonio. Pesquisa em ensino: aspectos metodológicos. **Actas del PIDE**: Programa internacional de Doctorado en Enseñanza de las Ciencias, [S.l.], v. 5, p. 101-136, 2003.

MOURA, M. O. A Atividade de ensino como ação formadora. In: CASTRO, A. D.; CARVALHO, A. M. P. (Org.). **Ensinar a ensinar**: didática para a Escola Fundamental e Média. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2002. p. 143-162.

NASCIMENTO, Eulina Coutinho Silva; COSTA, Érika Bezerra da. Robótica Pedagógica: uma experiência construtiva. In: XI Encontro Nacional de Educação Matemática, Curitiba, Paraná, 18 a 21 de julho de 2013. **Anais...**, Curitiba, Paraná, 2013.

NASCIMENTO, Márcio Goes do; PALHANO, Danilo; OEIRAS, Janne YY. Competições escolares: uma alternativa na busca pela qualidade em educação. In: XVIII Simpósio Brasileiro de Informática na Educação-SBIE. 2007. **Anais...** [S.l.], p. 284-287, 2007.

NASCIMENTO, P.N.G. **A Robótica Educacional como meio de aprendizagem no Ensino Fundamental**. 2014. 96p. Dissertação (Mestrado Profissional) – Programa de Pós Graduação em Educação, Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG, 2014.

OLIVEIRA, Carla Marques Alvarenga de; DE CARVALHO, Anna Maria Pessoa. Escrevendo em aulas de ciências. **Ciência & Educação**, [S.l.], v. 11, n. 3, p. 347-366, 2005.

PAPERT, Seymour. **A Máquina das Crianças**: repensando a escola na era da informática. Porto Alegre: Artmed, 2008.

PAPERT, Seymour. **Logo**: Computadores e Educação. São Paulo: Brasiliense, 1985.

PASQUALETTO, Terrimar Ignacio. **Ensino de física no 9º ano**: uma proposta metodológica com projetos desenvolvidos a partir de situações problema. 2011. 64p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2011.

PIAGET, Jean. A relação da afetividade com a inteligência no desenvolvimento mental da criança. **Bulletin of the menninger clinic**, [S.l.], v. 26, n. 3, 1962.

PINTO, Leandro Trindade. O uso dos jogos didáticos no ensino de ciências no primeiro segmento do ensino fundamental da rede municipal pública de duque de caxias. **Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro**, Niópolis, 2009.

PRODANOV, Cleber Cristiano; FREITAS, Ernani Cesar de. **Metodologia do trabalho científico**. Novo Hamburgo: Feevale, 2013.

RIBEIRO, C. R. **Robô Carochinha**: um estudo qualitativo sobre a robótica educativa no 1º ciclo do ensino básico. 2006. 207p. Dissertação (Mestrado em Tecnologia Educativa) - Universidade do Minho, Braga, 2006.

ROSATI, Mônica Neri. **O lúdico aplicado no ensino aprendizagem e avaliação para o nono ano do ensino fundamental**. 2015. Disponível em: <[http://www.mnpef.unir.br/submenu\\_arquivos/2878\\_dissertacao\\_final\\_\\_\\_monica.pdf](http://www.mnpef.unir.br/submenu_arquivos/2878_dissertacao_final___monica.pdf)>. Acesso em: 15 mar. 2018.

SCHIVANI, M.; BROCKINGTON, G.; PIETROCOLA, M. Aplicações da robótica no ensino de física: análise de atividades numa perspectiva praxeológica. **Revista de Educacion de las Ciencias**, [S.l.], v. 14, p. 32 - 36, 2013.

SILVA, Alzira Ferreira da. **RoboEduc**: uma metodologia de aprendizado com Robótica Educacional. 2009. 133p. Tese (Doutorado) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2009.

SILVA, Aparecida Francisco da; KODAMA, Helia Matiko Yano. Jogos no ensino da Matemática. In: II Bienal da Sociedade Brasileira de Matemática, UFBA, 25 a 29 de outubro de 2004. **Anais...** Salvador, p. 1-19, 2004.

SILVA, Daniela Rodrigues da; DEL PINO, José Cláudio. Resolução de problemas: uma estratégia pedagógica para abordagem dos conceitos de densidade e velocidade na oitava série do ensino fundamental. **Revista Experiências em Ensino de Ciências**, [S.l.], v. 5, n. 1, p. 31-56, 2010.

SILVA, João Lucas de Souza et al. RecArd: Robô baseado na plataforma Arduino como facilitador no processo de ensino-aprendizagem multidisciplinar. **Revista Novas Tecnologias na Educação**, [S.l.], v. 12, n. 2, 2014.

SOARES, Maria Teresa Carneiro; PINTO, Neuza Bertoni. Metodologia da resolução de problemas. In: **24ª Reunião do ENAF**, [S.l.], 2001.

SOBRAL, F.; CAMPOS, C. J. G. Utilização de metodologia ativa no ensino e assistência de enfermagem na produção nacional: revisão integrativa. **Revista da escola de enfermagem**, São Paulo: USP, v. 46, n. 1, 2012.

TEIXEIRA, Andressa Sanches; CONRADO, Gabriela Rodrigues. **Olimpíadas de ciências exatas**: uma experiência com alunos do ensino público e privado. In: XX EREMAT - Encontro Regional de Estudantes de Matemática da Região Sul, Fundação Universidade Federal do Pampa (UNIPAMPA), Bagé, 2014.

WILSEK, Marilei Aparecida Gionedis; TOSIN, João Angelo Pucci. Ensinar e aprender ciências no ensino fundamental com atividades investigativas através da resolução de problemas. **Estado do Paraná**, [S.l.], v. 3, n. 5, p. 1686-8, 2012.

YIN, Robert K. **Estudo de Caso**: planejamento e métodos. [S.l.]: Bookman, 2015.

ZABALA, Antoni. **A prática educativa**: como ensinar. [S.l.]: Penso Editora, 2015.

ZANETTI, H. A. P.; SOUZA, A.L.S.; D'ABREU, J.V.V.; BORGES, M.A.F. **O Uso da robótica em jogos digitais como sistema de apoio ao aprendizado**. In: JAIE - Jornada de Atualização em Informática e Educação e CBIE - Congresso Brasileiro de Informática da Educação. Rio de Janeiro, 2012.

ZILLI, S. do R. **A robótica educacional no ensino fundamental**: perspectivas e praticas. 2004. 78p. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2004.

ZOMPERO, Andreia Freitas; LABURÚ, Carlos Eduardo. Atividades investigativas no ensino de ciências: aspectos históricos e diferentes abordagens. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**, [S.l.], v. 13, n. 3, p. 67, 2011.

## **APÊNDICES**



## APÊNDICE A – Termo de anuência

### TERMO DE ANUÊNCIA PARA REALIZAÇÃO DA PESQUISA

Eu, Renato Cuppini, na condição de diretor da Escola Municipal de Ensino Fundamental Campestre, autorizo a realização da investigação desenvolvida pelo pesquisador Rodrigo Biehl, aluno mestrando do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências Exatas pela UNIVATES.

Fui esclarecido de que a pesquisa poderá se utilizar de observações, gravações em áudio, análise de documentos escolares e filmagens de situações do cotidiano desta escola. As filmagens que serão geradas terão o propósito único de pesquisa, respeitando-se as normas éticas quanto à identificação nominal dessa instituição, de seus profissionais, bem como das crianças da turma observada. Sei que o estudo poderá fazer uso de observações e filmagens do cotidiano escolar, conversas com as crianças e adultos, podendo ocorrer gravações de entrevistas previamente combinadas e consentidas, durante o desenvolvimento da pesquisa.

A participação desta instituição é feita por um ato voluntário, o que me deixa ciente de que a pesquisa não terá nenhum aporte financeiro ou despesa para a escola.

O pesquisador colocou-se à disposição para esclarecer quaisquer dúvidas que eu tiver em qualquer momento da pesquisa.

Estou ciente de que esse tipo de pesquisa exige uma apresentação de resultados, por isso autorizo a divulgação das observações, das imagens, da análise de documentos escolares e das entrevistas geradas na escola para fins exclusivos de publicação e divulgação científica e para atividades formativas de educadores.

**EMEF CAMPESTRE**

Lajeado/RS, 28 de março de 2017.

Doc de Criação 2286 de 16/11/84

Aut Func SEC nº 5317/05/86

e Fund Comp CEE 784/94

EJA Res 213/94 e CEE 504/95

Dec Alt Designação nº 5018/98

E Fund 04 de 21 of 11.274/06

Lajeado/RS



Renato Cuppini

Diretor da EMEF Campestre

Pesquisador Rodrigo Biehl:





**APÊNDICE B – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido****TERMO DE CONSENTIMENTO INFORMADO PARA OS  
RESPONSÁVEIS PELAS CRIANÇAS**

Eu, \_\_\_\_\_, autorizo meu/minha filho (a) a participar da investigação pedagógica desenvolvida pelo pesquisador Rodrigo Biehl, aluno mestrando do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências Exatas pela UNIVATES.

Fui esclarecido (a) de que a pesquisa poderá se utilizar de observações, gravações de áudio e filmagens de situações do cotidiano escolar. As filmagens que serão geradas terão o propósito único de pesquisa, respeitando-se as normas éticas quanto ao seu uso e ao sigilo nominal de meu/minha filho (a).

Estou ciente de que a pesquisa não me trará nenhum gasto financeiro, dano ou despesa, uma vez que a participação de meu/minha filho (a) é um ato voluntário. Houve a garantia de que esse tipo de pesquisa não compromete ou prejudica em nada o desenvolvimento do meu/minha filho (a).

O pesquisador colocou-se à disposição para esclarecer quaisquer dúvidas quanto ao desenvolvimento da pesquisa.

Essa pesquisa pode contribuir no campo educacional, por isso autorizo a divulgação das filmagens, das entrevistas e das observações realizadas para fins exclusivos de publicação e divulgação científica e para atividades formativas de educadores.

Lajeado/RS, \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de 2017.

Nome da criança: \_\_\_\_\_.

Assinaturas:

Responsável legal pelo aluno: \_\_\_\_\_.

Pesquisador Rodrigo Biehl: \_\_\_\_\_.

**APÊNDICE C – Questionário Individual sobre as concepções de Ciências  
construídas ao Longo do Ensino Fundamental**

1- Você gosta da disciplina de Ciências? Por quê?

---

---

---

2- Você considera esta disciplina importante para sua formação? Justifique sua resposta.

---

---

---

3- Aproximadamente quantas vezes você realizou experimentos, ou outra atividade prática nas aulas de Ciências no decorrer do Ensino Fundamental? Comente como foi e sua opinião sobre a atividade realizada.

---

---

---

4- O que você acha que poderia ser melhorado nas aulas de Ciências nas escolas? E o que poderia continuar acontecendo?

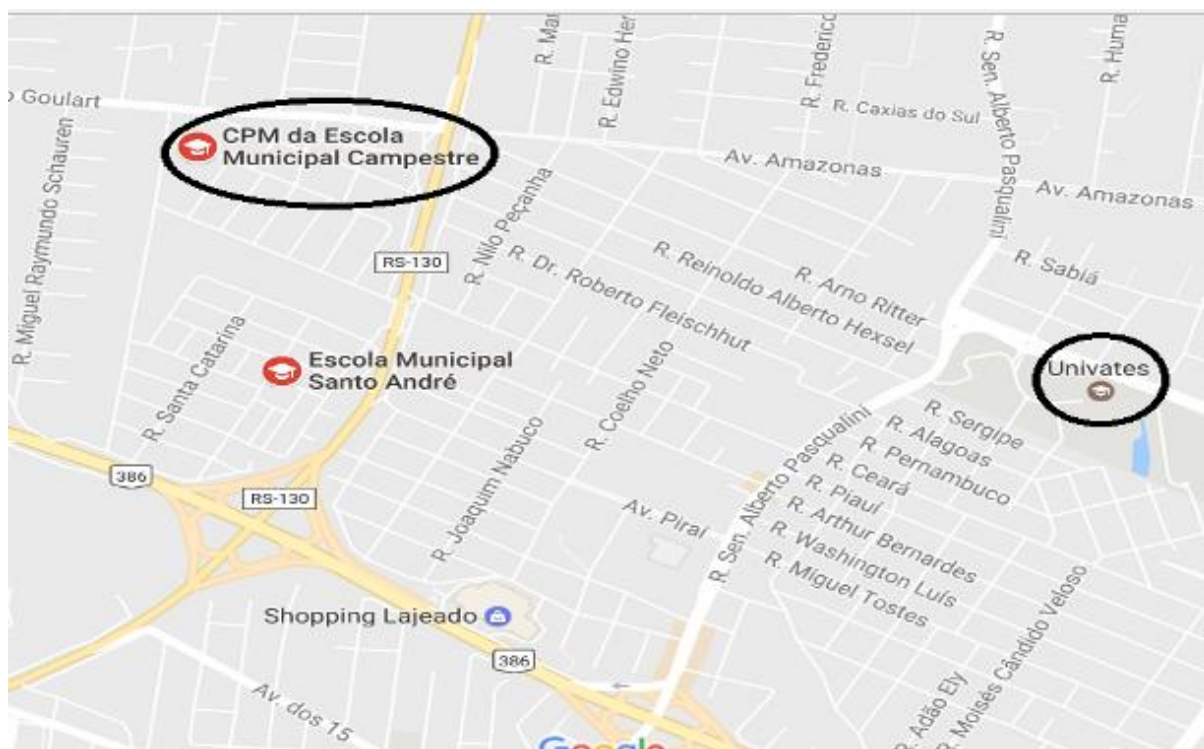
---

---

---

Use o mapa da figura – 1 para realizar as seguintes tarefas:

- Figura 1 - Mapa de localização



Fonte: Google Maps (2017).

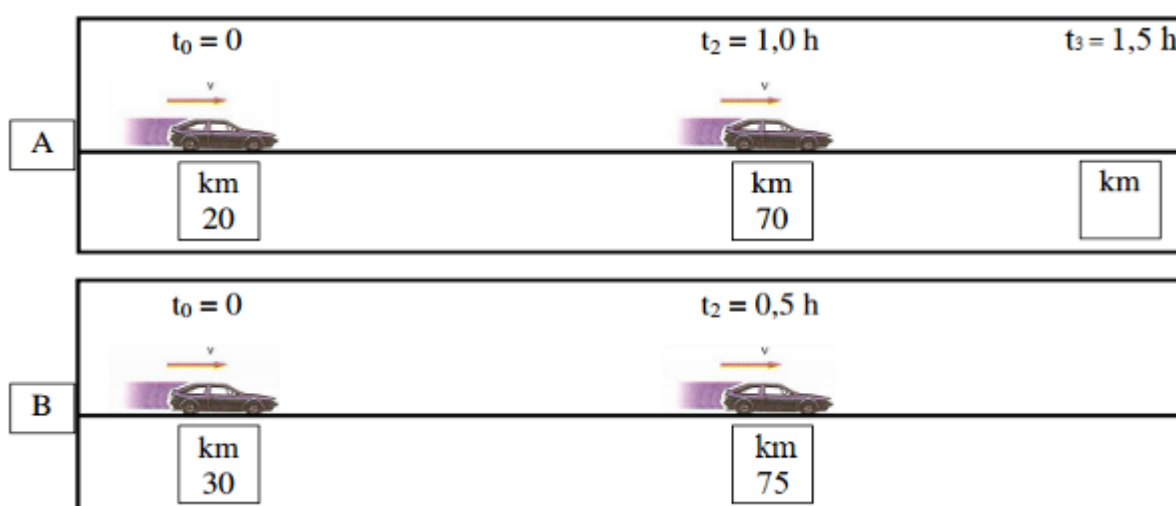
## 2- Aplicação dos conceitos de movimento e velocidade

1. O que você entende por movimento?

2. Como você explicaria o conceito de velocidade?

Observe a Figura 2 e responda as perguntas 3 e 4 abaixo:

Figura 2



3. Qual a distância total percorrida pelo veículo no exemplo A no tempo de 1h30min, considerando que a velocidade se manteve igual em todo o trajeto?

4. No trajeto percorrido pelo veículo no exemplo B havia uma fiscalização eletrônica de velocidade indicando  $80 \text{ km/h}$ . De acordo com os dados acima o veículo poderia ter sido multado? Justifique.

5. Um automóvel percorreu uma distância de 120 km, entre Lajeado e Porto Alegre em 1h30 min. Qual foi a velocidade média desenvolvida, em km/h?
  
  
  
  
  
  
  
  
  
  
6. Em uma estrada, ao subir uma ladeira, normalmente os veículos acabam diminuindo sua velocidade. Na sua concepção, por que isso acontece?
  
  
  
  
  
  
  
  
  
  
7. Você provavelmente já viu um veículo derrapar os pneus, fato que pode ocorrer na arrancada, ao fazer uma curva, em uma parada de emergência ou em outra situação. Na sua opinião quais seriam as causas e possíveis consequências deste fato?

## **APÊNDICE E – Introdução ao estudo da Física por meio da Robótica**

Com base nos conceitos apresentados no livro didático de Ciências que a escola disponibilizou (páginas 35-64) e em outras fontes de pesquisa, discuta com seu grupo e com seus familiares as questões abaixo e descreva suas conclusões. As respostas serão apresentadas pelo grupo no próximo encontro.

1. Como você explicaria os conceitos de deslocamento e trajetória?
2. Quando você e sua família viaja de carro para uma cidade distante que nunca foram, quais os principais fatores considerados para escolher o melhor caminho?
3. Qual é a diferença entre os conceitos de velocidade média e instantânea?
4. Se pensarmos nas características de um carro de passeio, que fatores são determinantes para ele ser mais rápido?
5. Além das características do veículo, que fatores externos podem influenciar no tempo percorrido em uma viagem?
6. Como a construção de um Robô pode ser comparada com a de um automóvel?
7. Como o funcionamento de um Robô está relacionado com o estudo da física?
8. Como a tecnologia com base em estudos envolvendo a física vem sendo utilizada para aumentar a eficiência dos veículos?

## **APÊNDICE F – Situação Problema aplicada aos alunos**

### **Situação Problema:**

A Escola Municipal XXXX selecionou você para participar de uma atividade na área da Robótica Educacional. Esta atividade será inserida no decorrer das aulas de Ciências e terá como objetivo principal demonstrar como o estudo da Física e de outras disciplinas das Ciências Exatas são fundamentais na construção e programação de Robôs. Neste contexto, serão formadas equipes com quatro componentes, que realizarão a montagem e a programação de um protótipo (robô em miniatura), que será submetido a um desafio. A equipe deverá estabelecer estratégias para que seu robô execute a simulação de um resgate à uma vítima em um local de difícil acesso, realizando o trajeto estabelecido no menor tempo possível.

Todas as equipes participantes do desafio montarão um Robô da plataforma *LEGO*, recebendo para isso um kit completo com as instruções de construção e programação. Serão disponibilizados quatro modelos diferentes, no qual a equipe deverá escolher um, que será usado no desafio. A equipe poderá fazer modificações no projeto original, desde que utilize apenas peças e componentes disponíveis no kit. O tempo total de formulação das estratégias, organização, montagem e programação será de 18:00 (dezoito horas), divididos em nove encontros de 02:00 (duas horas) cada, sendo que no final do último encontro todas as equipes deverão apresentar o robô construído e programado.

No nono encontro, os robôs de cada equipe serão submetidos ao desafio, no qual deverão andar em linha reta em um percurso de 2,3 metros, após fazer um giro de 90° à direita e andar por mais 2,5 metros. Durante esse percurso, a maior parte percorrida será sobre uma superfície lisa e com boa aderência, mas haverá um trecho onde o robô passará por uma superfície arenosa. Chegando ao local indicado, o robô deve ficar parado por 3 segundos, pegar um boneco e retornar à base, realizando todo o trajeto no menor tempo possível. Todas as equipes terão acesso as imagens detalhadas da pista que será utilizada no desafio para determinar suas estratégias.



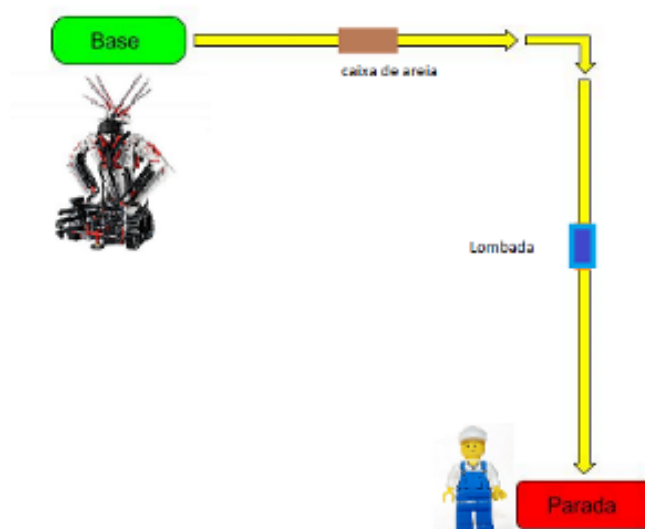
As decisões tomadas pela equipe precisam estar fundamentadas nos conceitos da Física e de outras ciências envolvidas no funcionamento dos dispositivos. Assim, cada equipe deverá elaborar um relatório descrevendo a justificativa das escolhas e métodos que serão utilizadas na construção do seu Robô, bem como os resultados dos experimentos que deverão ser realizados antes do desafio. A estrutura básica do relatório deve conter:

- Introdução: Breve relato sobre o desafio proposto. Como o Robô é construído e quais conceitos da Física estão envolvidos no seu funcionamento.
- Justificativa: Descrever a justificativa das estratégias adotadas pelo grupo para a montagem e programação do Robô.
- Materiais e métodos: Descrever os materiais e procedimentos adotados para a realização dos experimentos realizados antes do desafio.

Experimento 1: Marcação e medição dos pontos de referência para a coleta de dados na pista de testes. Desenhar a pista na cartolina fornecida com as seguintes dimensões: a primeira reta deveria medir 1,0 metro e a reta perpendicular 0,30 metro.

Experimento 2: Realização de testes com a tomada de tempo nos pontos de referência da pista. Cada equipe deve posicionar seu robô no início da pista e por meio do controle remoto, fazer com que ele se desloque até a posição final. A medida que o robô passar pelos pontos marcados devem ser anotados os tempos do deslocamento. Para realizar esta tarefa a equipe poderá utilizar o cronometro disponível em um *smartphone* de um dos membros do seu grupo.

Análise dos dados: elaboração de tabelas e gráficos com base nos resultados dos experimentos. Descrição das estratégias para melhorar resultados obtidos. Apresentar os cálculos da previsão do tempo que o Robô levará para cumprir a missão.



Para auxiliar no planejamento das tarefas conforme foram descritas, abaixo segue um quadro demonstrando o cronograma, as atividades e o resultado esperado para cada encontro:

Encontro	Descrição das Atividades	Resultado esperado
1	Definir as funções de cada componente e as estratégias para realizar a montagem do robô. Começar a elaborar o relatório.	Funções de cada membro da equipe definidas e relatório iniciado.
2	Fazer a leitura do manual, realizar a ambientação com a programação e separar/identificar as peças para montagem do robô. Continuar a elaborar o relatório.	Leitura do manual realizada e peças organizadas e separadas. Elaboração do relatório.
3-8	Realizar a montagem e a programação do robô. Concluir e entregar o relatório.	Montagem e programação realizada. Entrega do relatório.
9	Submeter o robô ao desafio.	Execução do percurso total no menor tempo possível.

**APÊNDICE G – Questionário final de avaliação das atividades de Robótica**

Nome:

1- Na sua opinião, as atividades de Robótica contribuíram para uma melhor compreensão dos conceitos da Física explicados no livro didático?

- ( ) Contribuíram muito
- ( ) Contribuíram pouco
- ( ) Não contribuíram

3- Descreva em suas palavras o que você compreende sobre:

- a) Referencial e posição
- b) Movimento
- c) Velocidade instantânea e velocidade média

4- Observando os resultados obtidos no experimento realizado, escreva qual a justificativa para explicar porque o Robô levou mais tempo para se movimentar até o primeiro ponto do que entre os demais se distância percorrida era a mesma?

5- Considerando que a velocidade média do Robô foi de 0,20 m/s, quanto tempo ele levaria para percorrer 2,5 metros? Descreva o cálculo que você utilizou para dar a resposta fornecida.

6- Descreva as estratégias que poderiam ser utilizadas para deixar o Robô mais rápido no experimento realizado.

7- Descreva três aspectos que você mais gostou com relação às atividades de robótica.

8- Descreva suas sugestões sobre o que poderia ser melhorado nas atividades que foram propostas.

9- Você recomendaria o uso dos kits de robótica pelas escolas para trabalhar com outras disciplinas? Se sim, por quê?

## **ANEXO**

## ANEXO 1 – Capítulo do livro didático utilizado na intervenção pedagógica





## CAPÍTULO

## 4

## O movimento



▲ Cena do filme *Tempos modernos*, de Charles Chaplin, que estreou em 1936, época do cinema mudo (sem que não haja som).

## 1. Discuta esta ideia

O que faz um carro se movimentar e um barco a vela?

É comum as pessoas usarem a palavra mecânica nas situações em que movimentos ou forças estão presentes. Na Física essa palavra tem significado próprio, não muito diferente daquele que as pessoas geralmente pensam. Ela vem do grego *mechaniké*, que significa 'máquina'. Em geral, as máquinas são construídas para produzir algum tipo de movimento ou de força.

A Mecânica – que é um ramo [de conhecimento] da Física – estuda tanto os movimentos como o equilíbrio dos corpos e as forças que os causam.

Quando se descreve um movimento sem considerá-lo como ele foi suscitado ou como é o objeto em movimento, estamos na área da Mecânica denominada cinemática. Por exemplo, quando assistimos a uma corrida de Fórmula 1, em geral ficamos atentos ao tempo que os carros gastam para concluir uma volta, à distância entre os carros ou à velocidade máxima que o mais rápido deles consegue atingir. Aspectos como esses fazem parte da cinemática, palavra originada do grego *kinema*, que significa 'movimento'.

Quando consideramos as causas de um movimento e as características do objeto que se movimenta ou que se equilibra, estamos no campo da Mecânica denominada dinâmica. Voltando ao exemplo da corrida de Fórmula 1, se nos interessamos pela aerodinâmica (característica associada à forma do carro e que lhe permite vencer com eficiência a resistência do ar), pela aderência dos pneus à pista ou pela potência dos motores estamos no campo da dinâmica. A palavra dinâmica vem do grego *dynamis*, que quer dizer 'força'.

36

UNIDADE 2 – O ESTUDO DA FÍSICA

## MOVIMENTO E REFERENCIAL

## II. Trabalhe esta ideia

Nem sempre é óbvio dizer o que está em movimento e o que está parado numa determinada situação. Quando alguém pergunta se algo está em movimento, deve-se questionar: "Movimento em relação a quê?" Ou seja, deve-se pedir uma referência ou um referencial, um ponto, um lugar com base no qual se pode afirmar se um objeto ou alguém está se movendo ou não.

Vamos entender melhor essa ideia de referencial.



Na primeira figura vemos pessoas sentadas no interior de um trem, algumas observam a paisagem passando pela janela; na segunda figura há pessoas fora do trem observando o passar.

Revise e responda: em cada figura, quem está em movimento e quem está parado? Justifique a resposta.

Nas situações representadas nas figuras acima, a referência ou referencial pode ser, por exemplo, um poste, uma pessoa, a montanha ou o assento de um passageiro do trem.

Um corpo está em:

- repouso, em relação a um referencial, se a sua posição em relação ao mesmo referencial não muda com o passar do tempo;
- movimento se a sua posição no espaço em relação a um referencial muda com o tempo.

Imagine-se dentro de um carro em movimento. Ao olhar pela janela você percebe outro carro ao lado, movendo-se na mesma velocidade que o seu. Apesar de ambos estarem em movimento em relação ao chão ou em relação à paisagem, pode-se dizer que o carro vizinho está em repouso em relação ao seu, pois a posição dele no espaço não muda em relação a você, por exemplo.

## MOVIMENTO E VELOCIDADE

Um conceito fundamental em Mecânica é o de velocidade. Trata-se de uma grandeza física usada para medir o movimento. Mas antes de estudar o conceito de velocidade precisamos entender os seguintes conceitos físicos: ponto material, posição, deslocamento e intervalo de tempo.

## PONTO MATERIAL

Nas situações que vamos estudar neste livro, as dimensões do corpo não são relevantes. Portanto, pode-se considerar o corpo como um ponto que se desloca numa trajetória. A esse corpo denominamos ponto material ou partícula. Apesar de suas dimensões não serem consideradas, ele é dotado de matéria e se desloca no espaço. Desse modo, uma pessoa, um inseto, uma bolinha de gude, um automóvel, um avião ou um trem podem ser considerados exemplos de ponto material.

CAPÍTULO 4 – O MOVIMENTO

37



## posição

Posição é a localização de um ponto material em relação ao referencial adotado. Veja este esquema:



Em linguagem matemática, a posição costuma ser representada pela letra  $S$ . Trajetória é o caminho percorrido por um ponto material.

Para definir matematicamente a posição de um ponto material é preciso marcar em sua trajetória:

- um ponto inicial, que é chamado origem;
- uma escala (de 10 m em 10 m, de 10 km em 10 km, etc.);
- uma direção (horizontal ou vertical, por exemplo).

Assim, a trajetória passa a ter um referencial, que é a origem. Na figura acima vamos considerar que a bicicleta ocupa a posição 30 m. Matematicamente, indicamos:  $S = 30$  m.

## deslocamento

O deslocamento é a diferença entre duas posições ocupadas pelo ponto material: a posição final ( $S_f$ ) e a inicial ( $S_i$ ). Matematicamente, o deslocamento é representado assim:

$$\Delta S = S_f - S_i$$

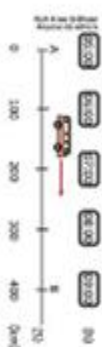
Nessa equação,  $\Delta S$  (le-se "delta S") corresponde ao deslocamento descrito pelo ponto material. Em Física, a letra grega delta maiúscula ( $\Delta$ ) significa "variação". Desse modo, o deslocamento pode ser entendido como a variação da posição de um ponto material. Veja o exemplo deste esquema:



## intervalo de tempo

O intervalo de tempo ( $\Delta t$ ) é o tempo transcorrido entre dois instantes considerados. Em Física, o tempo costuma ser representado pela letra  $t$ .

Vamos imaginar uma trajetória retilínea de 400 km, percorrida por um ônibus que vai da posição A para a posição B. Observe o esquema:



As imagens, a direita, são meramente ilustrativas e não estão representadas em escala.

18

Capítulo 2 • 4. Movimento retilíneo

O intervalo de tempo é obtido pela diferença entre o instante considerado ( $t_f$ ) e o instante inicial ( $t_i$ ). Matematicamente, o intervalo de tempo é representado assim:

$$\Delta t = t_f - t_i$$

Considerando que o ônibus tenha percorrido a trajetória A-B do esquema, temos:

$$\Delta t = 9 - 5 = 4 \text{ h}$$

## velocidade média

Velocidade média ( $v_m$ ) é a relação entre o deslocamento de um ponto material e o intervalo de tempo que ele leva para realizar esse deslocamento. Matematicamente, a velocidade média é representada assim:

$$v_m = \frac{\Delta S}{\Delta t}$$

Retorne o esquema anterior e pense: qual é a velocidade média do ônibus ao percorrer 400 km em 4 h?

Para responder usamos a equação matemática da velocidade média, substituindo  $\Delta S$  e  $\Delta t$  pelos valores dados. Temos:

$$v_m = \frac{\Delta S}{\Delta t} = \frac{S_f - S_i}{t_f - t_i} = \frac{400 - 0}{9 - 5} = \frac{400}{4} = 100 \text{ km/h}$$

Vamos interpretar esse resultado. Com base nos dados sobre o deslocamento e o tempo, calculamos a velocidade média de 100 km/h. Isso quer dizer que, se conseguíssemos manter o ônibus numa velocidade constante de 100 km/h, ele percorreria 100 km a cada 1 h.

## velocidade instantânea

Compare nas imagens ao lado as marcações do velocímetro do carro em dois momentos.

Quando o ponteiro do velocímetro de um automóvel aponta para o número 60, quem está no automóvel entende que, naquele instante, o carro está se movendo a uma velocidade de 60 km/h. Após algum tempo, o velocímetro indica o número 100. Significa que, nesse instante, a velocidade é de 100 km/h. A velocidade marcada em cada instante no velocímetro do automóvel é chamada velocidade instantânea.

Repare que, no percurso de um ponto material, a velocidade instantânea pode mudar a cada instante. A velocidade média estará sempre entre a maior e a menor velocidade instantânea do percurso.

Velocímetro indicando a velocidade instantânea de um automóvel em dois momentos diferentes.



Capítulo 2 • 4. Movimento retilíneo

19

## CONVERSÃO DE UNIDADES DE MEDIDA

Antes de dar prosseguimento a esse estudo, faça a atividade a seguir.

### III. Trabalhe estas ideias

Transforme:

- a) 1 h em segundos:      b) 150 s em horas:      c) 42 km em metros.



Em geral, as placas de trânsito indicam o limite de velocidade em quilômetro por hora, pois os velocímetros dos automóveis usam essa unidade. Em outras situações, principalmente no estudo de Cinemática, é mais comum o uso da unidade metro por segundo (m/s) para indicar velocidade, porque essa é a unidade oficial do SI para velocidade.

Vejam como se pode fazer a conversão de km/h para m/s e vice-versa. Sabendo que 1 km = 1 000 m e 1 h = 3 600 s, temos:

$$\text{km/h} = \frac{1000 \text{ m}}{3600 \text{ s}} = \frac{1}{3,6} \text{ m/s}$$

Então:

- se a velocidade estiver expressa em km/h, para convertê-la em m/s deve-se dividir o número de km/h por 3,6 m/s. Exemplos:

$$v = 72 \text{ km/h} = \frac{72}{3,6} = 20 \text{ m/s}$$

$$v = 180 \text{ km/h} = \frac{180}{3,6} = 50 \text{ m/s}$$

- se a velocidade estiver expressa em m/s, para convertê-la em km/h basta multiplicar o número de m/s por 3,6. Exemplos:

$$v = 10 \text{ m/s} = 10 \cdot 3,6 = 36 \text{ km/h}$$

$$v = 25 \text{ m/s} = 25 \cdot 3,6 = 90 \text{ km/h}$$

## MOVIMENTO RETILÍNEO UNIFORME (MRU)

### IV. Trabalhe estas ideias

- Observando a foto ao lado, responda, no caderno, às questões:
- Qual o significado dos números que aparecem na placa dentro dos círculos vermelhos?
  - É recomendável que os veículos particulares, durante todo o percurso, uma velocidade média inferior ao limite máximo permitido. Explique por quê.

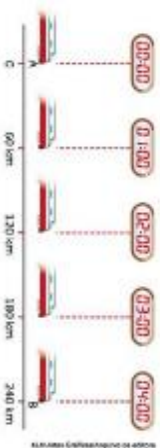


Quando andamos de carro ou de ônibus, por exemplo, é muito provável encontrarmos algum semáforo fechado, lombadas ou congestionamentos. Logo, é difícil manter a mesma velocidade do veículo o tempo todo.

Caso se consiga manter constante a velocidade de um ponto material e ele percorra uma trajetória em linha reta, esse movimento é chamado movimento retilíneo uniforme (MRU):

- movimento porque, em relação ao referencial adotado, o ponto material altera suas posições no espaço;
- retilíneo porque o ponto material segue em linha reta;
- uniforme porque a velocidade do ponto material é constante em todo o trajeto.

Para entender melhor o movimento retilíneo uniforme, observe este esquema:



AS IMAGENS DESTA PAGINA SÃO MERAMENTE ILUSTRATIVAS E NÃO ESTÃO REPRESENTATIVAS EM ESCALA.

Pelo esquema vemos que:

- a trajetória do trem entre os pontos A e B é uma reta;
- o intervalo de tempo gasto pelo trem para percorrer cada trecho de 60 km é sempre o mesmo: 1 h (observe os relógios).

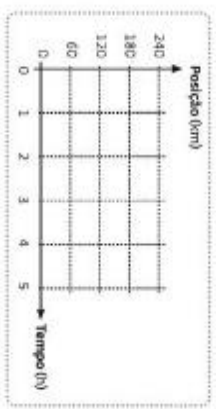
Portanto, o trem percorreu, numa trajetória retilínea, distâncias iguais em intervalos de tempo iguais, ou seja, sua velocidade foi constante em todo o percurso (60 km/h). Trata-se, então, de um movimento retilíneo uniforme (MRU). Podemos obter o valor da velocidade média nesse tipo de movimento usando um gráfico, ou seja, uma ferramenta matemática que permite a visualização do comportamento de uma variável (no caso, a posição S) em relação a outra (o tempo t). A física também se vale desse recurso matemático para estudar os fenômenos.

Vamos construir um gráfico da posição do trem em função do tempo. Primeiro, montamos uma tabela com as informações da figura relacionando cada instante com a posição correspondente do trem no percurso. A posição S = 0 km é o início da medida do movimento e a posição S = 240 km é o final da medida.

Depois, construímos um sistema, colocando no eixo das ordenadas (y) os valores das posições e, no eixo das abscissas (x), os valores do tempo (para construir gráficos, o mais apropriado é usar papel milimetrado). Veja abaixo:

VELOCIDADE EM FUNÇÃO DO TEMPO		
t (h)	S (km)	
0	0	
1	60	
2	120	
3	180	
4	240	

Tabela elaborada para fins didáticos.





**UNIVATES**

R. Avelino Talini, 171 | Bairro Universitário | Lajeado | RS | Brasil  
CEP 95914.014 | Cx. Postal 155 | Fone: (51) 3714.7000  
[www.univates.br](http://www.univates.br) | 0800 7 07 08 09